БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

№4 2017

SAFETY OF TECHNOGENIC AND NATURAL SYSTEMS

n.4 2017

ISSN 2541-9129

DOI 10.23947/2541-9129

Сетевой электронный теоретический и научно - практический журнал

Network Electronic Journal

http://bps-journal.ru/

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

М. Н. Хальфин, А. А. Короткий, Б. Ф. Иванов, Э. А. Панфилова Расчет специального грузозахватного проволочного приспособления с учетом упруго-пластического нагружения…… 2

Е. В. Щекина, Т. А. Ерёмина Анализ состояния производственного травматизма на машиностроительном предприятии «Ростовский прессово-раскройной завод» за период с 2006 по 2016 год……. 9

А. Н. Бганцев, И. Н. Лоскутникова, И. В. Богданова Анализ причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварий при бурении и добыче газа…… 25

В. В. Новиков, Т. К. Новикова, Е. А. Ильина Повышение безопасности труда на предприятии ОАО «Брянскпиво» за счет внедрения элементов интегрированной системы менеджмента……... 39

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Н. С. Маматченко, Ю. В. Есипов Обоснование травмобезопасности волейболистов на примере сборной команды ДГТУ……. 46

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

И. А. Ващенко, Е. С. Андреева, И. С. Будыльский Прогнозирование и предупреждение ландшафтных пожаров ростовской области ……. 64

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Е. А. Пичугин, Т. А. Мещурова, М. В. Черепанов Технологические показатели сбросов загрязняющих веществ в водный объект при переходе на наилучшие доступные технологии ……..... 85

Ю. И. Булыгин, Н. Н. Азимова, И. С. Купцова Научно-обоснованные требования к проведению сравнительных параллельных испытаний центробежных пылеуловителей……. 120

А. С. Глхатян, В. В Талалаев Комплексный анализ безопасности мероприятий по оптимизации экологических характеристик дорожно-транспортной сети г. Ростова-на-дону…….. 137

УДК 656.1:627
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-2-8

РАСЧЕТ СПЕЦИАЛЬНОГО ГРУЗОЗАХВАТНОГО ПРОВОЛОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ С УЧЕТОМ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

М. Н. Хальфин, А. А. Короткий,
Б. Ф. Иванов, Э. А. Панфилова
Донской государственный технический университет,
Ростов-на-Дону, Российская Федерация
xalfinmn@mail.ru
korot@novoch.ru
ivanov@ikc-mysl.ru
korotkaya_elvira@mail.ru

Рассмотрено применение грузозахватных проволочных приспособлений (ГПП) в виде пучков параллельных витков проволоки, снаружи скрепленных закрученными концами. Приведенные результаты расчета несущей способности указанных ГПП с учетом упругопластического нагружения и требований безопасности при их использовании, при котором оценка прочности проволок ГПП проводилась по растягивающим и изгибающим напряжениям, показали, что долговечность проволочного приспособления может быть увеличена. По результатам проведенных исследований предложены практические рекомендации по безопасной эксплуатации ГПП.

Ключевые слова: грузозахватное проволочное приспособление, расчет, несущая способность, перегрузка, длинномерный груз.

Введение. При перегрузочных работах и транспортировании грузоподъемными кранами литых стальных заготовок, пакетов труб, профильного проката и других длинномерных металлических грузов в цехах металлургической промышленности для соединения крюков траверс с грузом применяются специальные грузозахватные проволочные приспособления — пучки

UDC 656.1:627
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-2-8

CALCULATION OF SPECIAL HOISTING WIRE DEVICES WITH ELASTIC-PLASTIC LOADING

M. N. Khalfin, A. A. Korotkiy,
B. F. Ivanov, E. A. Panfilova
Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation
xalfinmn@mail.ru
korot@novoch.ru
ivanov@ikc-mysl.ru
korotkaya_elvira@mail.ru

The article describes the use of hoisting wire devices (HWD) — parallel bunches of wire turns bonded by twisted ends on the outside. The calculation results of the bearing capacity of these HWD, taking into account elastic-plastic loading and safety requirements for their use, in which HWD wires strength assessment was conducted on tensile and bend-conductive stress, showed that the lifetime of the wire device can be increased. The results of the study offer practical guidelines for HWD safe operation.

Keywords: hoisting wire devices, calculation, bearing capacity, overloading, long items of cargo.

Introduction. Special hoisting wire devices— parallel bunches of wire turns bonded by twisted ends on the outside — "lifting straps" (Fig. 1) are used in the shops of metallurgical industry to connect hooks with traverse load during reloading and transportation by load-lifting cranes of cast steel workpieces, banks of tubes, profiled bars and other long metal goods.

параллельных витков проволоки, снаружи скрепленных закрученными концами — «грузозахватные хомуты» (рис. 1). Достоинством этих приспособлений является возможность их применения для транспортирования горячих грузов, отсутствие необходимости применения подкладок, прокладок при укладке груза в кузов вагона (или автомобиля), а также простота конструкции приспособления [1].

Пунктом 221 [1] регламентируется использование «специальных стропов (транспортирующих, пакетирующих), применяемых как «одноразовые» не более, чем для 5 перегрузок пакетов длинномерных грузов (металлопроката, труб, пиломатериалов) в одном рабочем цикле от изготовителя до конечного потребителя. В то же время пунктом 129 вышеуказанного документа запрещается строповка пакетов труб или металлопроката за элементы упаковки (скрутки, стяжки).

В рассматриваемом случае строповка длинномерных грузов производится не за проволочные или ленточные перевязки пакетов, а с помощью траверсы и грузозахватного проволочного приспособления (далее ГПП) в виде нескольких концентрических витков проволоки, сформированных на вязальных машинах и скрепленных снаружи. Число витков проволоки и диаметр ГПП принимаются в зависимости от заданной грузоподъемности и габаритов пакета.

Рассмотрим расчет несущей способности указанных ГПП с учетом упругопластического нагружения и требования безопасности при их использовании. Оценка прочности проволок ГПП проводится по растягивающим и изгибающим напряжениям.

The advantage of these devices is the possibility of their application for transportation of hot cargoes, the absence of necessity to use lining, linings when loading into a carriage body (or a car body), as well as the simplicity of their design [1].

Paragraph 221 [1] regulates the use of "special slings (transport, stack), used as a "disposable" for not more than 5 reloads of unitized loads of long cargoes (rolled metal products, pipes, lumber) in one operating cycle from the manufacturer to the end user. At the same time, paragraph 129 of the above-mentioned document prohibits slinging of banks of tubes or rolled metal products by packing elements (twists, ties).

In this case, slinging of long goods is done not by wire or band elements of the packing, but with a traverse and a hoisting wire devices (HWD) in the form of several concentric turns of wire formed on knitting machines and sealed from the outside. The number of wire turns and the HWD diameter depend on the specified capacity and the size of a package.

Let us consider the calculation of the bearing capacity of these HWD taking into account elastic-plastic loading and safety requirements for their use. The assessment of wires strength of the HWD is performed on tensile and bending stresses.

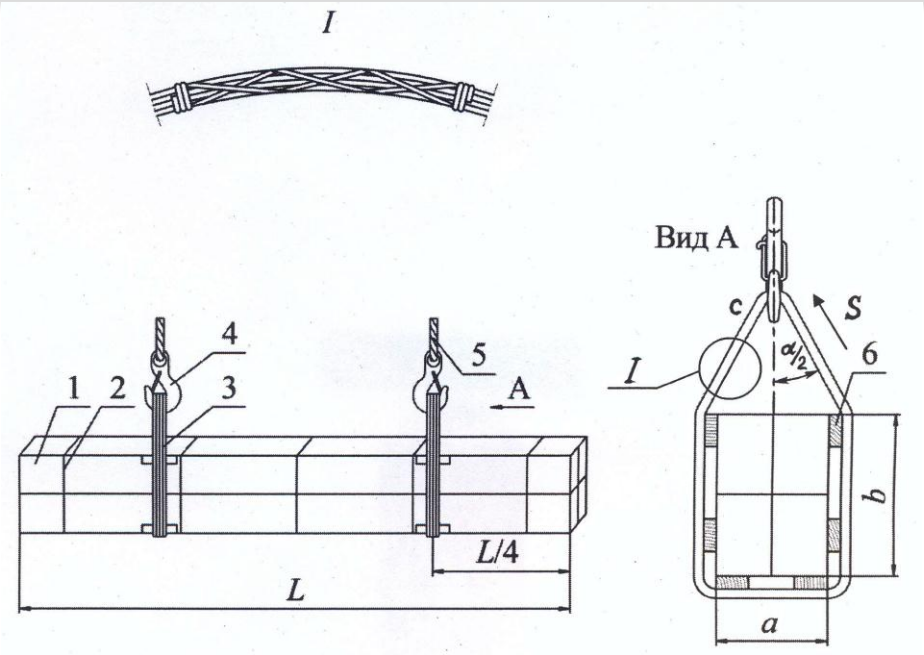


Рис. 1. Общий вид специального грузозахватного проволочного приспособления:
1— длинномерный груз в виде четырех заготовок; 2 — металлические скрутки пакета заготовок; 3 — ГПП; 4 — чалочный крюк траверсы; 5 — строп траверсы; 6 — деревянная подкладка

Fig. 1. The slinging scheme of metal workpieces with the hoisting wire device:
1— long goods in the form of four workpieces; 2 — metal twistings of a bundle of units; 3 — HWD; 4 — sling hook; 5 —traverse sling; 6 — wooden lining

В формулах и пояснениях к рисунку приняты следующие обозначения: максимальный вес пакета длинномерного груза — G; длина груза — L; максимальные габариты груза (ширина — a, высота — b); диаметр параллельных концентрических витков проволок сформированного ГПП — D; ГПП изготовлено из отожженной проволоки марки Ст.3кп ГОСТ 380; диаметр проволоки — δ; временное сопротивление материала проволоки — $\sigma_в$; число ГПП для строповки пакета — m; число нагруженных ветвей одного ГПП — n; количество витков проволок в ГПП — t; для предохранения ГПП от перерезания предусмотрены деревянные подкладки.

Усилие S в одной ветви ГПП:

$$S = \frac{G}{m \cdot n \cdot \cos\alpha/2}, \qquad (1)$$

где α — угол между нагруженными ветвями ГПП, $\alpha \le 90°$.

Длина витков проволок ГПП:

$$l = \pi D,$$

где D— исходный диаметр ГПП.

Fig. 1 presents a scheme of slinging of a bundle of casting blocks using the HWD.

In formulas and in the figure legend the following notations are used: the maximum weight of a long cargo — G; the length of the cargo — L; the maximum load dimensions (width — a, height — b); the diameter of the parallel concentric turns of wires of the HWD — D; the HWD is made of Ст.3кп GOST 380 black wire; the wire diameter — δ; temporary resistance of the wire material — $\sigma_в$; the number of HWD for a unit slinging — m; the number of loaded legs of the same HWD — n; the number of wire turns in the HWD — t; wooden lining are provided to protect the HWD from cutting.

The stress S on the leg of the HWD:

$$S = \frac{G}{m \cdot n \cdot \cos\alpha/2}, \qquad (1)$$

where α is the angle between the HWD loaded legs, $\alpha \le 90°$.

The length of the HWD wire turns:

$$l = \pi D,$$

where D is the HWD original diameter.

Длина половины верхней части ветви ГПП:

$$c = \frac{l-(a+2b)}{2},$$

откуда

$$\alpha = 2\arcsin\left(\frac{2a}{l-(a+2b)}\right). \quad (2)$$

Подставив в (1) значение α с учетом, что n = 2; m = 2, получим:

$$S = \frac{G}{4\cos\arcsin\frac{2a}{l-(a+2b)}}. \quad (3)$$

Тогда разрывное усилие проволок ГПП

$$F_{пр} = S \cdot k_з, \quad (4)$$

где $k_з$— коэффициент запаса ГПП (с учетом нагрева проволоки и возможности подъема с динамикой $k_з$ принят равным 6) [2].

С учетом площади поперечного сечения пучка проволок ГПП, равного $\frac{\pi\delta^2}{4} \cdot t$

$$F_{пр} = \frac{\pi\delta^2}{4} \cdot \sigma_в \cdot t. \quad (5)$$

Приравняв (4) и (5), определим необходимое число витков проволок в ГПП:

$$t = \frac{4 \cdot S \cdot k_з}{\pi \cdot \delta^2 \cdot \sigma_в}. \quad (6)$$

Проволока одного витка затрачивается на скрепление пучка проволок ГПП (рис. 1). Тогда расчетное число проволок в одном ГПП $t_р = t + 1$.

Подставив в выражения (3) и (5) численные значения исходных данных: G = 100 кН; L = 12 м; a = 0,3 м; b = 0,4 м; D = 0,8 м; d = 0,08 м; $\sigma_в$ = 380 МПа; m = 2 и, разделив первое на второе, получим значение растягивающих напряжений $\sigma_р$, не превышающее 50 МПа [3].

Расчет изгибающих напряжений, возникающих в проволоках рассматриваемого грузозахватного устройства, основывается на утверждении, что первый подъем пакета заготовок способствует первоначальному изгибу каждой проволоки на крюке траверсы, определяя, соответственно, возникновение в материале проволок упругопластических деформаций [4].

Алгоритмом расчета, проведенного авторами, предусматривается определение величин: изгибающего момента в поперечном сечении каждой проволоки с учетом начальной и остаточной кривизны проволоки стропа,

The length of the top half of the HWD leg:

$$c = \frac{l-(a+2b)}{2},$$

from which

$$\alpha = 2\arcsin\left(\frac{2a}{l-(a+2b)}\right). \quad (2)$$

Having put the value of α in (1) given that n = 2; m = 2, we get:

$$S = \frac{G}{4\cos\arcsin\frac{2a}{l-(a+2b)}}. \quad (3)$$

Then the breaking strength of the HWD wires is

$$F_{пр} = S \cdot k_з, \quad (4)$$

where $k_з$ — the HWD safety factor (including wire heating and the possibility of lifting with the dynamics $k_з$ equal to 6) [2].

Taking into account the area of the HWD wires bunch cross section equal to $\frac{\pi\delta^2}{4} \cdot t$

$$F_{пр} = \frac{\pi\delta^2}{4} \cdot \sigma_в \cdot t. \quad (5)$$

Equating (4) and (5), let us determine the required number of wire turns in the HWD:

$$t = \frac{4 \cdot S \cdot k_з}{\pi \cdot \delta^2 \cdot \sigma_в}. \quad (6)$$

The wire of one turn is required for binding the HWD wires bunch (Fig. 1). Then the estimated number of wires in one HWD $t_р = t + 1$.

Substituting in expressions (3) and (5) the numerical values of the initial data: G = 100 kN, L = 12 m; a = 0.3 m b = 0.4 m; D = 0.8 m; d = 0.08 m; $\sigma_в$ = 380 MPa; m = 2, and, dividing the first by the second, we obtain the value of tensile stresses $\sigma_р$ which does not exceed 50 MPa [3].

The calculation of bending stresses in the wires of the considered hoisting device is based on the assertion that the first lifting of a bundle of workpieces facilitates the initial bending of each wire on the hook of the bar, defining, respectively, the appearance of elastic-plastic deformations in wire material [4].

The calculation algorithm performed by the authors, establishes the value of the bending moment in the cross section of each wire in relation to the initial and the residual curvature

полярного момента инерции поперечного сечения проволоки и изгибающего момента, соответствующего появлению в проволоке пластических деформаций; остаточных напряжений в проволоках в упругой и пластической зонах.

Эпюры нормальных напряжений, возникающих в проволоках ГПП в результате упругопластических деформаций, характеризуют наличие напряжений сжатия в поперечном сечении проволок.

Анализ результата расчетов деформаций изгиба грузонесущей ветви приспособления и эпюр нормальных и остаточных напряжений в ее проволоках без учета растяжения (при нагружении и разгрузке) показал следующее:

кривизна проволок стропа при пятикратном нагружении увеличивается, примерно, от 0,0025 до 0,0249 1/мм, в то же время значительно уменьшается радиус остаточной кривизны проволок (от 0,4 м до 0,041 м), благодаря чему увеличивается поверхность контакта проволок ГПП с крюком траверсы. Это способствует повышению предела текучести материала проволок, снижению контактных напряжений и росту надежности и долговечности «одноразового» грузозахватного устройства.

По результатам проведенных исследований предлагаются практические рекомендации по безопасной эксплуатации рассматриваемого ГПП:

1. До начала подъема груз должен быть надежно обвязан в пакет стальной лентой (не менее пяти перевязок, равномерно расположенных по длине пакета).

2. Для сохранения формы ветви ГПП и равномерного распределения нагрузки среди элементов необходимо скрепить проволоки ГПП не менее, чем в трех местах мягкой проволокой диаметром 1,5–2,0 мм (в каждом месте не менее четырех оборотов проволоки).

3. При изготовлении ГПП на вязальной машине после намотки расчетного числа витков произвести обрезку проволоки и закрутить ее концы вокруг пучка с количеством витков не менее 3 (рис. 1).

of the wire sling, and the polar moment of inertia of the cross section of the wire and the bending moment corresponding to the appearance of plastic deformations in the wire; residual stresses in wires in elastic and plastic zones.

Normal stresses shape in the HWD wires in the result of elastic-plastic deformations mean the presence of compressive stresses in the cross section of the wires.

The calculation result analysis of the bending strains of load-carrying leg of the device and the shape of normal and residual stresses in its wires without taking into account stretching (at loading and unloading) showed the following:

the curvature of sling wires at five-time loading increases from about 0.0025 to 1 0.0249/mm, at the same time, the curvature residual radius of wires reduces significantly (from 0.4 m to 0.041 m), thereby the contact surface of the HWD wires with the traverse hook increases. This contributes to the improvement of the wires material yield stress, reducing contact stresses and increasing the reliability and durability of "disposable" hoisting devices.

According to the results of the conducted research, practical recommendations for the safe operation of the considered HWD are proposed:

1. Before lifting, a cargo must be securely tied in a package with steel tape (at least five times, evenly spaced along the length of the package).

2. To maintain the shape of the HWD leg and uniform load distribution among the elements it is necessary to seal the HWD wires in at least three places with a soft wire of 1.5–2.0 mm in diameter (each place at least four turns of the wire).

3. In the HWD manufacture on the knitting machine after the winding of the calculated

4. При подъеме и транспортировании длинномерного груза не допускать разворота груза в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

5. Использовать конкретное ГПП разрешается только для одного пакета длинномерного груза.

6. Общее количество подъемов пакета груза не должно превышать 5, что необходимо отразить в технологической карте на указанные погрузочно-разгрузочные работы.

Библиографический список

1. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» (с изменениями на 12 апреля 2016 года) [Электронный ресурс] : Приказ № 533 от 12.11. 2013 Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору // Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации. — Режим доступа : http://docs.cntd.ru/document/499060049/

2. Хальфин, М. Н. Влияние высокотемпературных воздействий на риск эксплуатации подъемных канатов / М. Н. Хальфин, А. А. Короткий, // Вестник Донского гос. техн. ун-та. — 2013. — № 1–2(70–71). — С. 112– 117.

3. Хальфин, М. Н. Несущая способность специальных грузозахватных приспособлений / М. Н. Хальфин и др. // Подъемно-транспортные и строительные системы: наука и инновации: межвузовский сборник научных трудов. — Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2016. — С. 205–209.

4. Хальфин, М. Н. Оценка несущей

number of turns it is necessary to cut the wire and twist the ends around the bundle with at least 3 turns (Fig. 1).

4. When lifting and transporting long goods it is necessary to prevent a reversal of the cargo in the vertical and horizontal planes.

5. The usage of one HWD is only permitted for a single package of long goods.

6. The total number of lifts of a unitized load must not exceed 5, which should be reflected in the sheet for these loading and unloading works.

References

1. Ob utverzhdenii Federal’nykh norm i pravil v oblasti promyshlennoy bezopasnosti “Pravila bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob’ektov, na kotorykh ispol’zyyutsya pod’emnye sooruzheniya” (s izmeneniyami na 12 aprelya 2016 goda). Prikaz no. 533 ot 12.11.2013 Federal’noy sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru. Elektronny fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy informatsii. [On approval of Federal norms and rules in the field of industrial safety "Safety rules for hazardous production facilities where hoisting devices are used " (with amendments from April 12, 2016). Order no. 533 of 12.11.2013 Federal service for ecological, technological and nuclear supervision. Electronic fund of legal and regulatory information.] Available at: http://docs.cntd.ru/document/499060049/ (in Russian).

2. Khalfin, N.M., Korotkiy, A.A. Vliyanie vysokotemperaturnykh vozdeystviy na risk ekspluatatsii pod’emnykh kanatov. [The influence of high temperature effects on operation risk of the hoisting ropes.] Vestnik of DSTU, 2013, no. 1-2(70-71), pp. 112– 117 (in Russian).

3. Khalfin, N.M. et al. Nesushchaya sposobnost’ spetsial’nykh gruzozakhvatnykh prisposobleniy. [Load capacity of special hoisting devices.] Pod’emno-transportnye i stroitel’nye sistemy: nauka i innovatsii: mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov. [Hoisting-and-transport and construction systems: science and innovation: interuni. coll. of sci. works.] Novocherkassk, YURGPU (NPI), 2016, pp. 205-209 (in Russian).

способности специального грузозахватного приспособления для перегрузки длинномерных грузов / М. Н. Хальфин, Б. Ф. Иванов, Е. В. Харьковский // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2017. — № 6. — С. 109–115.

4. Khalfin, N.M., Ivanov, B.F., Kharkovsky, E.V. Otsenka nesushchey sposobnosti spetsial'nogo gruzozakhvatnogo prisposobleniya dlya peregruzki dlinnomernykh gruzov. [Estimation of load capacity of special hoisting devices for handling long loads.] Izvestia Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki, 2017, no. 6, pp 109-115 (in Russian).

Поступила в редакцию 04.09.2017
Сдана в редакцию 05.09.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

Received 04.09.2017
Submitted 05.09.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Хальфин Марат Нурмухамедович,
профессор кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1,) доктор технических наук, профессор.
xalfinmn@mail.ru

Короткий Анатолий Аркадьевич,
заведующий кафедрой «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1), доктор технических наук, профессор.
korot@novoch.ru

Иванов Борис Федорович,
профессор кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета, Кандидат технических нау, профессор (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
ivanov@ikc-mysl.ru

Панфилова Эльвира Анатольевна,
доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика» Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1), кандидат философских наук.
korotkaya_elvira@mail.ru

Khalfin Marat Nurmuhamedovich,
Professor of Operation of transport systems and logistics Department, Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation) Doctor of technical Science, Professor.
xalfinmn@mail.ru

Korotkiy Anatoly Arkadevich
Head, Operation of transport systems and logistics Department, Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), Doctor of technical Science, Professor.
korot@novoch.ru

Ivanov Boris Fedorovich,
Professor of Operation of transport systems and logistics Department, Don State Technical University, (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation) Cand.Sci., Professor.
ivanov@ikc-mysl.ru

Panfilova Elvira Anatolevna,
Associate Professor of Operation of transport systems and logistics Department, Don State Technical University, (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), candidate of Philosophical Sciences.
korotkaya_elvira@mail.ru

УДК 331.467.330.138.1
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-10-25

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ «РОСТОВСКИЙ ПРЕССОВО-РАСКРАЙНОЙ ЗАВОД» ЗА ПЕРИОД С 2006 ПО 2016 ГОД

Е. В. Щекина, Т. А. Ерёмина
Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
n1923@donpac.ru
tatiana.eremina1994@yandex.ru

Анализируется состояние производственного травматизма на машиностроительном предприятии "Ростовский прессово-раскройной завод" за период с 2006 по 2016 гг. Обосновывается актуальность исследования, приводится краткая характеристика производства. Рассматривается динамика изменения основных статистических показателей производственного травматизма за исследуемый период — коэффициентов частоты, тяжести, потерь и летальности. Производится распределение несчастных случаев по возрасту, стажу, профессии пострадавших, причинам несчастных случаев. Вносятся предложения по улучшению проведения анализа производственного травматизма, в частности обязательный учет численности возрастных, половых или профессиональных групп.

Ключевые слова: машиностроение, охрана труда, производственный травматизм**,** несчастные случаи на производстве.

Введение. Машиностроение — одна из важнейших отраслей экономики РФ, тесно связанная с оборонно-промышленным и агропромышленным комплексами, строительством, транспортом, связью и топливно-энергетической сферой. Машиностроительный сектор обеспечивает устойчивое функционирование и наполнение потребительского рынка и является основой

UDC 331.467.330.138.1
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-10-25

THE ANALYSIS OF OCCUPATIONAL INJURY SITUATION AT THE MACHINE-BUILDING ENTERPRISE "ROSTOV PRESSING-CUTTING PLANT" OVER THE PERIOD FROM 2006 TO 2016

E. V. Shchekina, T. A. Eremina
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation
n1923@donpac.ru
tatiana.eremina1994@yandex.ru

The article analyzes the state of occupational injury at the machine- building enterprise "Rostov pressing-cutting plant" over the period from 2006 to 2016. The paper justifies the relevance of the study, gives a brief description of the production. It considers the dynamics of changes in the main statistical indicators of occupational injuries over the study period - coefficients of frequency, severity, loss and mortality. The article provides the classification of accidents by age, experience, profession of the injured, the causes of accidents. It includes suggestions for improving the analysis of industrial injuries, in particular the mandatory census of age, sex and professional groups.

Keywords: engineering, labor safety, occupational injury, work-related injuries

Introduction. Mechanical engineering is one of the most important sectors of the Russian economy, which is closely connected with the military-industrial and agro-industrial complexes, construction, transport, communications and fuel-energy sphere. The engineering sector provides sustainable functioning and content of consumer market

развития технологического ядра промышленности. В структуре промышленного производства страны удельный вес машиностроительной отрасли составляет около 20%. Современное машиностроение РФ объединяет около 7,5 тысяч крупных и средних предприятий и организаций, а также около 30 тысяч мелких, что составляет около 40% от числа предприятий, состоящих на самостоятельном балансе в промышленности. Количество работников, занятых в машиностроении, — примерно четыре миллиона человек, что составляет более 30% от всех работающих в промышленности.

Машиностроительные предприятия оснащаются всевозможным современным оборудованием, автоматическими, автоматизированным и роботизированным комплексами и линиями. В процессе эксплуатации этого оборудования важным представляется решение двух задач — обеспечение выпуска продукции высокого качества и обеспечение безопасности производства. Обеспечение безопасности производства предполагает, прежде всего, сохранение жизни и здоровья участников трудового процесса, поддержание их профессионального долголетия, и, следовательно, снижения уровня производственного травматизма (ПТ) и профессиональной заболеваемости (ПЗ).

По результатам 2015–2016 года самый высокий темп роста экономического развития наблюдался в сельскохозяйственном машиностроении за счет господдержки предприятий подотрасли, фактора импортозамещения, а также улучшения финансового состояния сельхозпроизводителей. Однако увеличение объемов производства почти всегда ведет к возможному росту ПТ. Несчастному случаю на производстве часто предшествуют отклонения от нормального хода работы, что ставит перед работниками службы охраны труда такую задачу, как анализ уже произошедших несчастных случаев с целью снижения или вовсе исключения сходных

and is the basis for the development of the technological core of industry. In the structure of industrial production of the country the proportion of machine-building industry is about 20%. Modern engineering of the Russian Federation unites about 7.5 thousand large and medium enterprises and organizations, as well as about 30 thousands of small ones, which is about 40% of the number of enterprises on the balance sheet of the industry. The number of employees employed in engineering is about four million people, representing more than 30% of all workers in the industry.

Machine-building enterprises are equipped with all the modern equipment, automatic, automated and robotized complexes and lines. In the process of operation of this equipment, it is important to solve two tasks — to ensure the production of high quality and to ensure industrial safety. Industrial safety involves primarily the safety of life and health of participants of the labor process, maintaining their professional longevity, and, consequently, reduce the level of occupational injuries (OI) and occupational diseases (OD).

The results of 2015-2016 show, that the highest growth rate of economic development was observed in agricultural engineering at the expense of state support of enterprises, sub-sectors, factors of import substitution and also improving the financial condition of the farmers. However, the increase in production almost always leads to the possible growth of OI. An accident in production is often preceded by deviations from the normal course of work that sets for the workers of work safety service such a task, as the analysis of past accidents with the aim to reduce or even eliminate similar injury-risk situations.

травмоопасных ситуаций.

Постановка задачи. Условия труда в машиностроении крайне разнообразны и определяются спецификой применяемого технологического оборудования. Наряду с другими отраслями промышленности, уровень травматизма в машиностроении превышает средние данные по РФ [1–3].

Приведенное ниже исследование проводились на базе крупного предприятия сельхозмашиностроения ООО «Ростовский прессово-раскройный завод» (ООО «РПРЗ»), которое производит детали из металла для агротехники, выпускаемой группой предприятий «Ростсельмаш».

Цеха ООО «РПРЗ» расположены в одноэтажном производственном корпусе. В состав ООО «РПРЗ» входят: прессовый цех, прессово-раскройный цех, цех гибких технологий, ремонтный цех, ремонтно-инструментальное производство, раскройный цех, складские помещения, департамент логистики, административные и бытовые помещения.

На данном предприятии существует служба охраны труда и промышленной безопасности. В подчинении начальника бюро охраны труда находятся 2 инженера и методист-инструктор, они ведут учет несчастных случаев. В подчинении начальника бюро промышленной безопасности находятся инженер по охране окружающей среды (эколог), инженер-технолог, инженер по ГО и ЧС.

Производственный процесс изготовления деталей из металла на холодноштамповочном оборудовании осуществляется в 9-ти пролетах самого крупного прессового цеха, общая площадь которого составляет 6740,00 м^2, высота — 14 м. Движение внутрицехового транспорта организовано по двум проездам, примыкающим к пролетам. В конце каждого пролета размещен участок текущего ремонта оборудования с рабочими местами слесарей-инструментальщиков. Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ каждый пролет оборудован мостовым краном.

Statement of the problem. Working conditions in the engineering industry is extremely diverse and are determined by the specificity of the used production equipment. Along with other industries, the level of injuries in the engineering industry exceeds the average data for the Russian Federation [1-3].

The study was conducted on the basis of large agricultural enterprises, "Rostov pressing-cutting plant" ("RPRZ"), which manufactures metal parts for machinery produced by the group of companies "Rostselmash".

Shops of "RPRZ" are located in one-story industrial building. "RPRZ" includes: press shop, press-cutting shop, flexible technology shop, repair shop, repair-tool manufacturing, cutting shop, warehouse, logistics department, administrative and domestic facilities.

This enterprise has work and industrial safety service. Two engineers and a methodologist-instructor, who keep records of accidents, are subordinate to the chief of the Bureau of labor protection. An engineer for the protection of the environment (environmentalist), engineer-technologist, engineer for civil defense and emergencies are subordinate to the chief of the Bureau of industrial security.

Production process of metal parts manufacture on cold pressing equipment is carried out in 9 bays of the largest press shop, a total area of which is 6740.00 m2, height — 14 m. Traffic of intrashop transport is organized by two passages adjacent to the stairs. At the end of each bay, there is a current equipment repair department with toolmakers' workplaces. Each bay is equipped with an overhead crane for loading and unloading.

Общее количество прессового оборудования в ООО «РПРЗ» — более 380 единиц. Холодноштамповочное оборудование представлено прессами кривошипными, эксцентриковыми и чеканочными, прессами-автоматами, накатными станками, горизонтальными гибочными машинами, линиями с валковой подачей; металлорежущее — заточными и обдирочно-шлифовальными станками. Также предприятие имеет самый большой в России парк оборудования для лазерной резки металла [4].

В связи с вышесказанным считаем важным и актуальным поиск таких подходов в исследовании ПТ, который позволит на основе имеющейся базы данных по несчастным случаям более точно разобраться в причинах и обстоятельствах произошедших инцидентов и разработать более эффективные предупредительные мероприятия.

Теоретическая часть. При проведении анализа ПТ необходимо учитывать многие факторы, которые определяют условия труда на производстве. Основные показатели ПТ в ООО «РПРЗ» за 11 лет приведены в таблице 1. Обработка результатов велась статистическим методом.

The total number of pressure equipment of "RPRZ" — more than 380 units. Cold pressing equipment include crank presses, eccentric and embossing presses, automatic presses, rolling machines, horizontal bending machines, lines with roll feed; cutting, — grinding and rough-grinding machines. The company also has the biggest in Russia equipment park for laser cutting of metal [4].

In connection with the foregoing, we consider important and relevant the search for such approaches in the study of OI, which allows on the basis of existing databases on accidents to more accurately understand the causes and circumstances of accidents and to develop more effective preventive measures.

Theoretical part. Many factors that determine labor conditions in the workplace should be considered in the analysis of OI. Key indicators of OI at "RPRZ" for 11 years are given in table 1. Statistical method was used to process the results

Таблица 1
Table 1

Основные показатели ПТ в ООО «РПРЗ» за 2006–2016 г.г.

Key indicators of OI at "RPRZ" for 2006-2016

Годы ***Years***	**Коэффициент частоты, $К_Ч$** ***Frequency coefficient***	**Коэффициент тяжести, $К_Т$** ***Severity coefficient***	**Коэффициент потерь, $К_П$** ***Losses coefficient***	**Коэффициент летальности, $К_Л$** ***Mortality coefficient***
2006	10.53	52.57	553.56	0,75
2007	12.86	46.21	594.26	0
2008	7.39	76.20	563.12	0
2009	6.50	82.13	533.85	0
2010	4.30	72.50	311.75	0
2011	6.76	46.11	311.70	0
2012	3.62	33.25	120.37	0
2013	5.79	33.67	194.95	0
2014	3.72	98.50	366.42	0
2015	3.53	57.75	203.86	0
2016	3.50	34.25	119.88	0

Из данных по анализу показателей ПТ можно сделать выводы:

- коэффициент частоты за исследуемый период в целом снижается, однако за последние три года он остается практически на одинаковом уровне;
- при анализе коэффициента тяжести травматизма за исследуемый период не прослеживаются отчетливые тенденции по снижению или увеличению этого показателя;
- за анализируемый период несчастный случай с летальным исходом зафиксирован только в 2006 году.

From the analysis of OI indicators, we can conclude that:

- frequency rate during the study period is declining in general, but over the past three years, it has remained mainly at the same level;
- in the analysis of accident severity rates for the study period distinct trends for decrease or increase can be found;
- only one fatal accident in 2006 was recordered over the analyzed period.

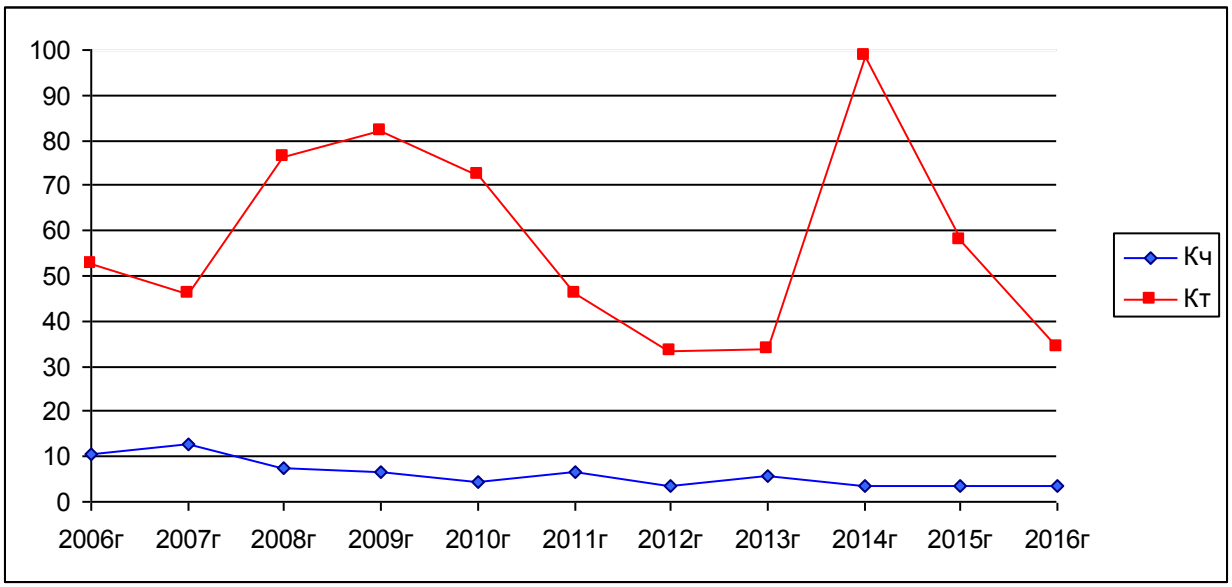


Рис. 1. Динамика показателей производственного травматизма в «ООО РПРЗ» за 2006–2016гг.

Fig. 1. Dynamics of indicators of occupational injuries at "RPRZ" from 2006 to 2016.

Графическое представление полученных данных (рис. 1) позволило более четко проследить тенденцию к снижению показателя частоты травматизма на предприятии. Это говорит о том, что вопросам обеспечения безопасности труда уделяется необходимое внимание, а также обеспечивается должный контроль над соблюдением работающими действующих норм и правил по охране труда. Более трудной задачей является интерпретирование результатов анализа коэффициента тяжести. Многие авторы

A graphical representation of the obtained data (Fig. 1) allowed us to more clearly see the downward trend of the injury frequency index at the enterprise. This suggests that issues of safety receive the attention they deserve, and proper control over the compliance with working norms and rules on labour protection is ensured. The interpretation of the results of the analysis of the severity coefficient is more difficult. Many authors note the well-known trend connected

отмечают известную тенденцию, связанную с тем, что при снижении показателя частоты травматизма увеличивается тяжесть травм [5–7]. Это можно связать с тем, что с увеличением уровня механизации производства травмирование работающих машинами и механизмами, как правило, приводит к травмам с более длительным периодом нетрудоспособности.

Дальнейший анализ проводился на 8-летний период с 2009 по 2016 гг., в течении которого на предприятии пострадало 45 человек. Авторами было произведено распределение несчастных случаев по возрасту, стажу и профессии травмированных (таблицы 2, 3, 4).

with the fact that the decrease of the injury frequency index increases the severity of injury [5-7]. This can be connected with the fact that with increasing levels of mechanization occupational injuries caused by machines and mechanisms, generally lead to injury with a longer period of disability.

Further analysis was conducted for the 8-year period from 2009 to 2016, over which 45 people got injuries at the enterprise. The authors have divided accidents by age, experience and profession (tables 2, 3, 4).

Таблица 2
Table 2

Распределение пострадавших при несчастных случаях
в ООО «РПРЗ» по возрасту за 2009–2016 гг.

The injured people division by the age at "RPRZ" for 2009-2016

Возрастная группа *Age group*	**Годы** *Years*							
	2009	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
18-20	-	1	-	1	-	-	-	-
	-	16.6%	-	25.0%	-	-	-	-
21-30	3	1	3	2	-	1	2	1
	37.5%	16.6%	33.3%	50.0%	-	25.0%	50%	25%
31-40	-	2	1	1	1	-	1	1
	-	33.3%	11.1%	25.0%	16.6%	-	25%	25%
Старше 40 *Older 40 years*	5	2	5	-	5	3	1	2
	62.5%	33.3%	55.5%		83.3%	75.0%	25%	50%
Всего *Overall*:	8	6	9	4	6	4	4	4

Анализ показал, что больше всего травматизму подвержены две возрастные группы — работники старше 40 лет (51,1%) и работники в возрасте от 21 года до 30 лет (28,9 %). Можно предположить, что это две наиболее многочисленные группы работников. Вместе с тем, более высокий уровень травматизма у работающих старше 40 лет объясняется начинающимися возрастными изменения в состоянии здоровья и, возможно, некоторым пренебрежением к правилам безопасности в силу имеющегося значительного опыта работы.

The analysis showed that two age groups suffer from injuries most — workers aged over 40 years (51.1%) and employees aged 21 years to 30 years (28.9 per cent). We can assume that these two are the most numerous groups of workers. However, a higher level of injuries of workers over the age of 40 is due to starting age-related changes in health, and perhaps some disregard of the safety regulations due to the existing considerable experience.

Таблица 3
Table 3

Анализ ПТ по стажу работы травмированных в ООО «РПРЗ» за 2009–2016гг.

OI analysis on work experience of the injured at "RPRZ" for 2009–2016.

Стаж работы ***Work experience***	**Годы** ***Years***							
	2009	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
До 1 мес. *Less than 1 month*	-	2	1	2	-	-	-	-
		33.33 %	11%	50%	-	-	-	-
От 1 до 6 мес. *From1 to 6 months*	1	1	2	1	1	-	-	-
	12.5%	16.6%	22.22 %	25%	16.7%	-	-	-
От 6 мес. до 1 года *From 6 to 12 months*	-	-	2	-	3	1	1	1
	-	-	22.2%	-	50%	25%	25%	25%
От 1 до 3 лет *From 1 to 3 years*	2	1	4	1	1	1	1	2
	25%	16.7%	44.4%	25%	16.6%	25%	25%	50%
От 3 до 10 лет *From 3 to 10 years*	3	2	-	-	-	2	1	1
	37.5%	33.3%	-			50%	25%	25%
Свыше 10 лет *More than 10 years*	2	-	-	-	1	-	1	-
	25%	-	-	-	16.7%	-	25%	-
Итого: *Overall*:	8	6	9	4	6	4	4	4

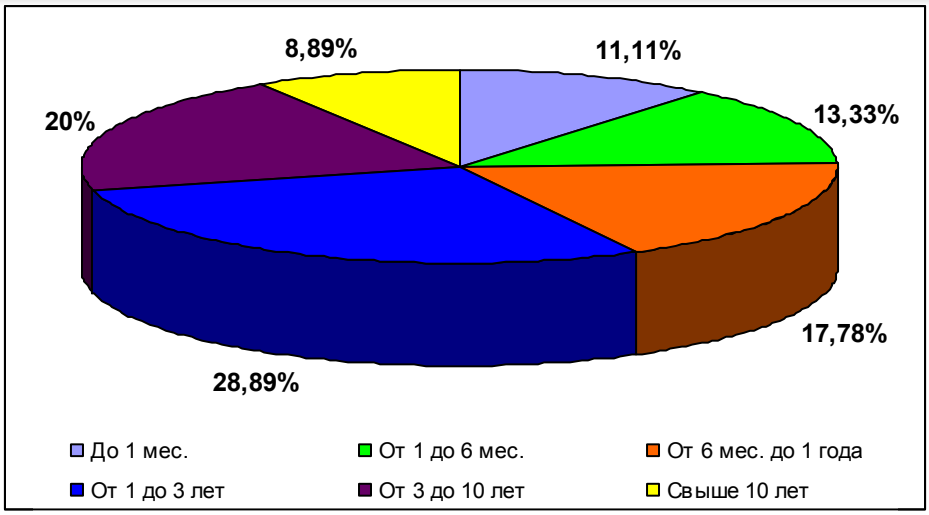


Рис. 3. Распределение несчастных случаев по стажу травмированных за 2009–2016г.г.

Fig. 3. Distribution of accidents by work experience of the injured for 2009–2016

Проведенный анализ показал, что чаще других подвержены травматизму группы работников со стажем от 1 года до 3 лет (28,9 %), от 3 до 10 лет (20 %), от 6 месяцев до 1 года (17,8%). Объективность исследования затрудняет тот факт, что авторы не располагают сведениями о численности работающих каждой из групп, но довольно легко объясним травматизм в группах с небольшим стажем в силу отсутствия опыта работы.

The analysis showed that most often injuries happen to the group of employees with work experience from 1 year to 3 years (28.9 %), and from 3 to 10 years (20 %), from 6 months to 1 year (17.8 percent). To make the research objective is difficult due to the fact that the authors do not have information on the number of employees of each group, but it's pretty easy to explain injuries in groups with little work experience because of the lack of work experience.

Таблица 4
Table 4

Анализ ПТ по профессиям пострадавших в ООО «РПРЗ» за 2009–2016гг.

OI analysis according to the professions of the injured people at "RPRZ" for 2009–2016.

Профессия ***Profession***	**Годы** ***Years***							
	2009	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Штамповщик	1	2	4	1	1	2	2	2
Press operator	12.5%	33.3%	44.4%	25.0%	16.6%	50%	50%	50%
Наладчик ХШО	-	1(тяж)	2	-	1	1	1	2
CSE operator		16.7%	22.2%		16.6%	25%	25%	50%
Грузчик	1	-	1	1	-	-	1	
Loader	12.5%		11.1%	25.0%			25.0%	
Слесарь-	2	-	1	-	-	-		

ремонтник *Technician*	25%		11.1%					
Стропальщик *Sling operator*	1	1	-	-	-	-		
	12.5%	16.6%						
Машинист мостового крана *Bridge crane operator*	2	-	-	-	-	-		
	25%							
Слесарь-инструменталь-щик *Tool man*	1	1	-	-	-	-		
	12.5%	16.6%						
Резчик-металла *Carver of metal*	-	1	-	-	1	-		
		16.7%			16.7%			
Оператор станков ПУ *Machine operator*	-	-	-	1	1	-		
				25.00%	16.6%			
Резчик металла *Carver of metal*	-	-	1		1	-		
			11.1%		16.6%			
Кладовщик-комплектовщик *Warehouse man-picker*	-	-	-	1	-	-		
				25.0%				
Электромонтер *Electrician*	-	-	-	-	1	-		
					16.7%			
Водитель погрузчика *Loader operator*	-	-	-	-	-	1		
						25%		
Итого *Overall*	8	6	9	4	6	4	4	4

Таким образом, среди профессий пострадавших выделяются штамповщики и наладчики холодно-штамповочного оборудования. Травматизм среди этих двух групп работающих в совокупности составляет более 50%, что легко объясняется многочисленностью именно этих профессиональных групп.

Thus, among the occupations affected attract attention press operators and cold stamping equipment operators. The injury rate among these two groups together is more than 50%, which is easily explained by the multiplicity of these occupational groups.

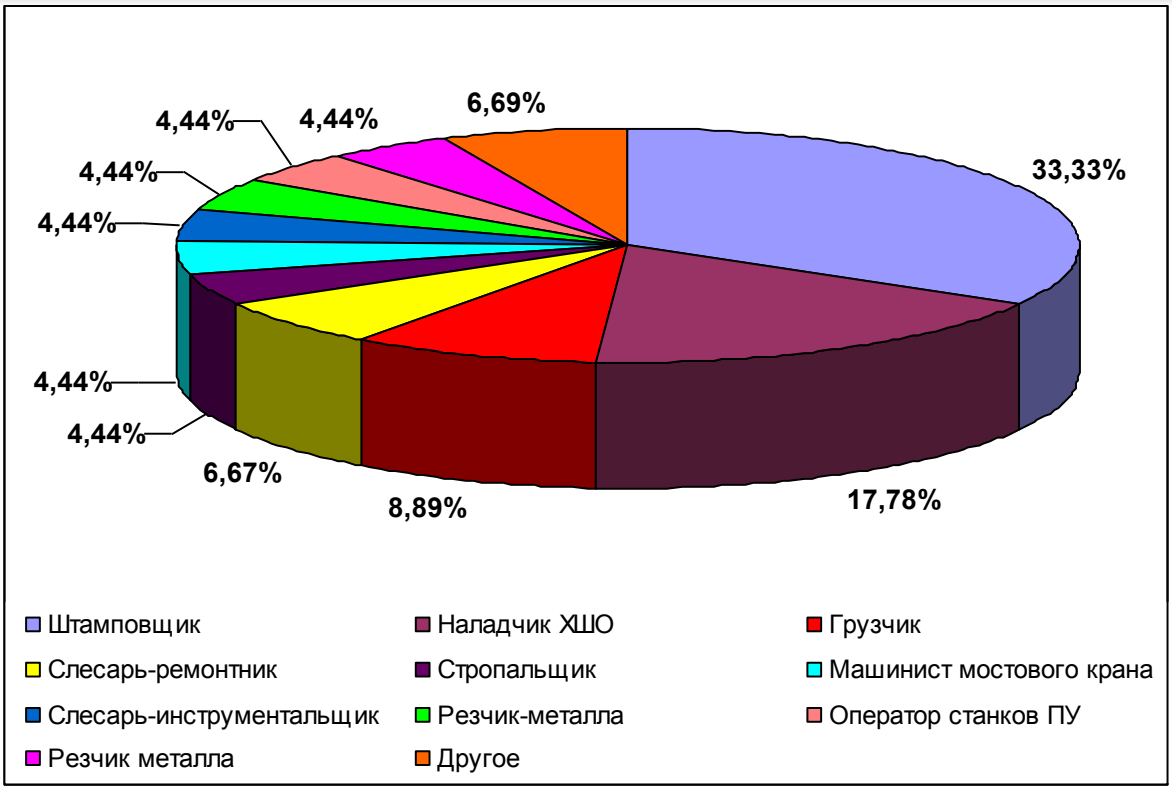


Рис. 4. Распределение несчастных случаев по профессиям травмированных за 2009–2016 гг.

Fig. 4. Distribution of accidents by occupation of the injured for 2009-2016

При получении травмы работником на любом машиностроительном предприятии администрация проводит расследование, направленное на выявление причин произошедшего. Сочтем аксиомой то, что выявление истинной причины любого несчастного случая позволит более квалифицированно разработать систему мероприятий по устранению этих причин и предотвращению аналогичных несчастных случаев.

Анализ несчастных случаев по причинам происшествий, которые привели к травмированию персонала, приведен в таблице 5.

When a worker is injured at any machine-building enterprise administration conducts an investigation aimed at identifying the causes of the incident. Let us consider the axiom that identification of the true causes of any accident will allow to develop more competently a system of measures to exclude these causes and prevent similar accidents.

The analysis of accidents the causes of which are the accidents that led to injuries is given in table 5.

Таблица 5
Table 5

Количество пострадавших в зависимости от разных причин

The number of injured people depending on different reasons

Причины НС ***OI causes***	**Годы** ***Years***							
	2009	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Неудовлетворительная организация производства работ *Poor organization of production work*	6	3	3	2	1	1	2	1
	75%	50%	33.3%	50%	16.7%	25%	50%	25%
Нарушение технологического процесса *Violation of technological process*	-	1	2	-	-	1		2
	-	16.6%	22.2%	-	-	25%		50%
Нарушение требований безопасности инструкций по ОТ *Violation of safety instructions*	-	-	-	-	4	1	1	
	-	-	-	-	66.6%	25%	25%	
Некачественное проведение инструктажа по ОТ *Poor quality of briefing*	-	1	1	1	-	-	1	
	-	16.6%	11.1%	25%	-	-	25%	
Нарушение работником трудового распорядка и дисциплины *Violation by a worker of the labour schedule and discipline*	-	-	2	-	-	-		1
	-	-	22.2%	-	-	-		25%
Неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочего места *Poor maintenance and deficiencies in the arrangement of the workplace*	1	-	1	-	-	-		
	12.5%	-	11.1%	-	-	-		
Эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования, в том числе оснастки и инструмента *Operation of non-serviceable machinery, tools, equipment, including instrumentation and tools*	-	-	-	-	1	1		
	-	-	-	-	16.7%	25%		

Неудовлетворительное техническое состояние сооружения, территории *Unsatisfactory technical condition of buildings, site*	-	1	-	-	-	-		
	-	16.7%	-	-	-	-		
Неудовлетворительное состояние зданий и сооружений *Poor state of buildings and structures*	1	-	-	-	-	-		
	12.5%	-	-	-	-	-		
Другое *Another*	-	-	-	1	-	-		
	-	-	-	25%	-	-		
Итого *Overall*	8	6	9	4	6	4	4	4

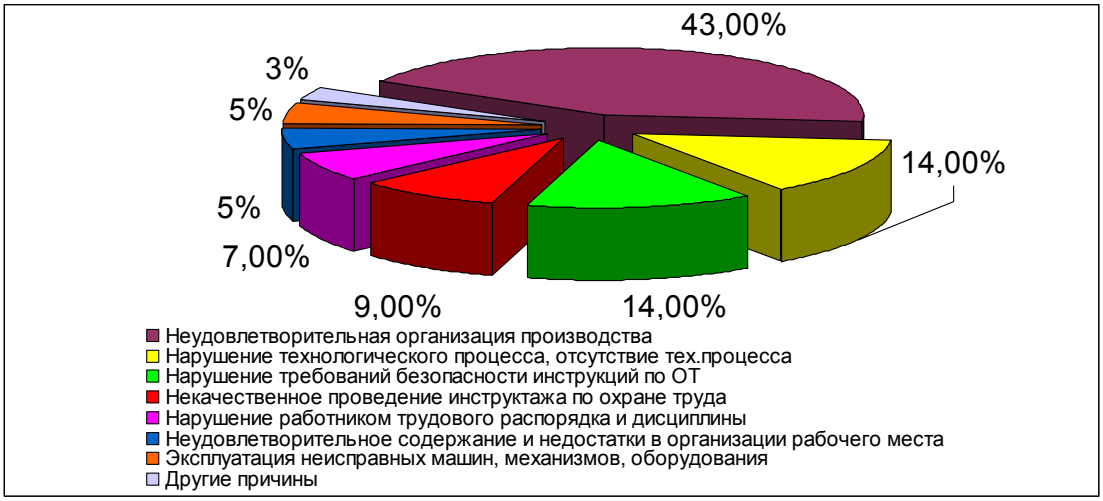


Рис. 5. Распределение несчастных случаев по причинам травмирования за 2009–2016г.г.

Fig. 5. Distribution of accidents by the causes of injury for 2009–2016.

Таким образом, основной причиной несчастных случаев стала плохая организация производства работ (43%).

Кроме того, авторами был проведен анализ несчастных случаев по локализации травмирования и диагнозу. Чаще всего страдали пальцы и кисти рук работающих — почти в 52 % случаев. Среди выявленных диагнозов самыми распространёнными стали переломы (51,6%), резаные раны (15,5%), ушибы (9%).

Не позволил выявить четкой тенденции и дать ей логичное объяснение анализ несчастных случаев по месяцам года. Наиболее высок уровень травматизма в

Thus, the main cause of accidents was the poor organization of production work (43%).

In addition, the authors have conducted the analysis of accidents on the localization of the injury and diagnosis. Most often suffered fingers and hands of workers — almost 52% of the cases. Among the identified diagnoses the most common was fractures (51.6%), incised wounds (15.5%), bruises (9%).

The authors did not manage to identify clear trends and to give a logical explanation of the analysis of accidents by months of the year. The

зимние месяцы (17,1– 5, 7 %) и в мае (15,3%). Вероятно, в этом случае необходимо располагать данными об объёмах выпускаемой продукции по месяцам.

highest rate of injuries is in winter months (17.1–5, 7 %) and in May (15.3 %). Probably in this case it is necessary to have the data about the volumes of production by months.

Заключение. Деятельность служб охраны труда постоянно направлена на создание более благоприятных условий труда и предотвращение случаев ПТ и ПЗ. Каждая травма свидетельствует о допущенных ошибках в работе администрации предприятия. Каждый несчастный случай несет колоссальные издержки экономического и морального плана, влечет потери и дополнительные расходы, связанные с выплатами пострадавшему, стоимостью вышедшего из строя оборудования или инструментов, подготовкой новых рабочих кадров. Избежать этих потерь можно с помощью предварительно разработанных эффективных мероприятий по охране труда и технике безопасности. Но по-настоящему действенные меры защиты можно предложить, только располагая полностью объективной картиной происходящего. Проанализировав современные работы по сходной тематике [8–10] и, обратившись к более ранним работам в этой области, отмечаем общий шаблон, по которому традиционно проводится анализ травматизма. С точки зрения авторов данной статьи, более полноценный анализ ПТ нужно проводить не только анализируя фактические данные по стажу, полу, возрасту, профессиям, но и соотносить их с количеством работников той или иной возрастной, половой или профессиональной группы. Это позволит проводить анализ на более серьезном качественном уровне, используя системный подход с расчетом индивидуальных рисков для различных профессий, видов работ, оборудования и т.д. С практической точки зрения реализация этой идеи не очень сложна, для нее необходимо взаимодействие службы ОТ с отделом кадров и ввод небольшого количества дополнительных данных в автоматизированную систему предприятия по учету и анализу ПТ.

Conclusion. The activities of occupational health services are constantly aimed at creating a more favourable working conditions and prevention of cases of OI and OD. Every injury is the evidence of mistakes in the work of the administration of the enterprise. Every accident carries huge economic and moral costs, entails losses and additional costs connected with payments to a victim, the cost of defective equipment or tools, training of new workers. To avoid these losses is possible by using pre-designed effective measures for the protection of health and safety. However, truly effective protection measures can be offered, only with a completely objective picture of what is happening. Analyzing contemporary works on similar subjects [8-10] and, referring to earlier work in this area, we note a common pattern, which is traditionally the analysis of injury. From the point of view of the authors of this article, a more comprehensive analysis of the OI should be carried out not only by analyzing actual data on length, sex, age, occupation, but also correlating them with the number of employees of a particular age, gender or professional group. This would allow analysis on a more serious level of quality, using a systematic approach with the calculation of individual risks for different occupations, types of work, equipment, etc. From a practical point of view, the implementation of this idea is not very complicated, it requires cooperation of labor safety service with personnel department and entering a small amount of additional data

Особенно это актуально для предприятий машиностроения, которые, как правило, отличаются большим разнообразием производственных подразделений, профессий и видов оборудования. Считаем, что подобный подход позволит сделать анализ ПТ более достоверным, а разрабатываемые мероприятия по предотвращению несчастных случаев более эффективными и успешными.

Библиографический список

1. Плешко, М. С. Пути снижения производственного травматизма на предприятиях машиностроения Ростовской области [электронный ресурс] / М. С. Плешко, Е. В. Щекина, Н. В. Рябова // Безопасность техногенных и природных систем. — 2017. — № 1. — С. 26–36. — Режим доступа: http://bps-journal.ru/upload/iblock/f06/26_36.pdf (дата обращения 10.09.2017).

2. Аствацатуров, А. Е. Анализ причин производственного травматизма в машиностроении / А. Е. Аствацатуров, Е. В. Щекина // Экология и технология: Ежегодник. — Ростов-на-Дону, 1997. — С. 85–93.

3. Щекина, Е. В. Производственный травматизм на трудоемких работах на предприятиях машиностроения / Е. В. Щекина // Экология и технология: Ежегодник. — Ростов-на-Дону, 1996. — С. 41–46

4. Ерёмина, Т. А. Оценка состояния производственного травматизма на примере ООО «Ростовского прессово-раскройного завода» [электронный ресурс] / Т. А. Ерёмина, Ю. А. Чепцова // Юбилейная конф. студ. и молодых ученых, посвященная 85-летию ДГТУ: сб. докл. науч.-техн. конф. — Ростов-на-Дону, 2015 г. — С. 585–600.

5. Власов, А. Ф. Итоги и пути

into automated enterprise system for accounting and analysis of OI. This is especially true for engineering enterprises, which, as a rule, have very diverse production units, occupations, and types of equipment. We believe that such approach will allow to make the analysis of OIT more reliable, and to develop measures to prevent accidents more effective and successful.

References

1. Pleshko, M.S., Shchekina, E.V., Ryabova, N.V. Puti snizheniya proizvodstvennogo travmatizma na predpriyatiyakh mashinostroeniya Rostovskoy oblasti. [Ways to reduce industrial traumatism at the enterprises of mechanical engineering of Rostov region.] Bezopasnost' tekhnogennykh i prirodnykh system, 2017, no. 1, pp 26-36. Available at: http://bps-journal.ru/upload/iblock/f06/26_36.pdf (in Russian).

2. Astvatsaturov, A.E., Shchekina, E.V. Analiz prichin proizvodstvennogo travmatizma v mashinostroenii. [Analysis of the causes of accidents in mechanical engineering.] Ekologiya i tekhnologiya: Ezhegodnik, Rostov-on-Don, 1997, pp. 85-93 (in Russian).

3. Shchekna, E.V. Proizvodstvenny travmatizm na trudoemkikh rabotakh na predpriyatiyakh mashinostroeniya. [Occupational injuries on labour-intensive works at the enterprises of mechanical engineering.] Ekologiya i tekhnologiya, Rostov-on-Don, 1996, pp. 41-46 (in Russian).

4. Eremina, T.A., Cheptsova, Y.A. Otsenka sostoyaniya proizvodstvennogo travmatizma na primere OOO "Rostovskogo pressovo-raskroynogo zavoda". [Evaluation of occupational injuries on the example of "Rostov pressing-cutting plant".] Yubileynaya konf. stud. i molodykh uchenykh, posvyashchennaya 85-letiyu DGTU: sb. dokl. nauc.-tekhn. konf. [Jubilee conference. of stud. and young scientists, dedicated to the 85th anniversary of DSTU. coll. of works of sci.-tech. conf.] Rostov-on-Don, 2015, pp. 585-600 (in Russian).

5. Vlasov, A.F. Itogi i puti dal'neyshego snizheniya pokazateley proizvodstvennogo travmatizma. [The results and ways to further

дальнейшего снижения показателей производственного травматизма // Технический прогресс и охрана труда: сб. науч. работ ин-тов охраны труда ВЦСПС. — Москва, 1975. — С.177–183.

6. Русак, О. Н. Безопасность жизнедеятельности. История. Теория. Практика. Концептуальные аспекты / О. Н. Русак. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2016. — 88 с.

7. Щекина, Е. В. Анализ производственного травматизма с учетом психофизиологических характеристик человека и разработка основ информационной базы для повышения безопасности труда на промышленных предприятиях: дис. … канд. техн. наук / Е. В. Щекина. — Ростов-на-Дону, 2000г. — 185 с.

8. Родионов, П. В. Анализ состояния травматизма на предприятии "Юргинский машиностроительный завод" за период с 2007 по 2010 годы / П. В. Родионов, Д. Н. Мелков, А. С. Павлов // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — №8. — С. 12–17.

9. Янчий, С. В. Анализ производственного травматизма в организации на основе применения статистического метода / С. В. Янчий, Н. Д. Дегтярев // Молодой ученый. — 2017. — №4, ч. I. — С. 95–99.

10. Лазаренков, А. М. Анализ производственного травматизма в литейном производстве / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко // Литье и металлургия. — 2011. — № 2. — С.181–185.

reduce the rate of occupational injuries.] Tekhnicheskiy progress i okhrana truda: sb. nauch. rabot in-tov okhrany truda VTSSPS. [Technical progress and labor protection: collection of scientific works of the institutes of labor protection VTSSPS.] Moscow, 1975, pp. 177–183 (in Russian).

6. Rusak, O.N. Bezopasnost’ zhiznedeyatel’nosti. Istoriya. Teoriya. Praktika. Kontseptual’nye aspekty. [Life safety. History. Theory. Practice. Conceptual aspects.] Saint Petersburg, SPbGLTU, 2016, 88 p. (in Russian).

7. Shchekina, E.V. Analiz proizvodstvennogo travmatizma s uchetom psikhofiziologicheskikh kharakteristik cheloveka i razrabotka osnov informatsionnoy bazy dlya povysheniya bezopasnosti truda na promyshlennykh predpriyatiyakh: dis. … kand. tekhn. nauk. [Analysis of industrial traumatism taking into account psychophysiological characteristics of a person and the development of ta basic information base for the improvement of occupational safety at industrial enterprises: dis. of cand. of tech. sciences.] Rostov-on-Don, 2000, 185 p. (in Russian).

8. Rodionov, P.V., Melkov, D.N., Pavlov, A.S. Analiz proizvodstvennogo travmatizma na predpriyatii “Yurginskiy mashinostroitel’ny zavod” za period s 2007 po 2010 gody. [The analysis of the state of traumatism at "Yurga engineering plant" for the period from 2007 to 2010.] Bezopasnost’ zhiznedeyatel’nosti, 2014, no. 8, pp. 12-17 (in Russian).

9. Yanchiy, S.V., Degtyarev, N.D. Analiz proizvodstvennogo travmatizma v organizatsii na osnove primeneniya statisticheskogo metoda. [Analysis of occupational accidents in organizations through the application of statistical methods.] Molodoy ucheny, 2017, no. 4, part I, pp. 95-99 (in Russian).

10. Lazarenkov, A.M., Khoreva, S.A., Melnichenko, V.V. Analiz proizvodstvennogo travmatizma v liteynom proizvodstve. [Analysis of occupational injuries in foundries.] Lit’e i metallurgiya, 2011, no. 2, pp. 181–185 (in Russian).

Поступила в редакцию 05.09.2017
Сдана в редакцию 06.09.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

Received 05.09.2017
Submitted 06.09.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Щекина Екатерина Викторовна,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды», Донского государственного технического университета, Кандидат технических нау,
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
n1923@donpac.ru

Ерёмина Татьяна Алексеевна,
магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды Донского государственного технического университета
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
tatiana.eremina1994@yandex.ru

Shchekina Ekaterina Viktorovna,
associate Professor of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University,
(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
n1923@donpac.ru

Eremina Tatyana Alekseevna,
graduate *student of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University,*
(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
tatiana.eremina1994@yandex.ru

УДК622.248.5
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-25-38

АНАЛИЗ ПРИЧИН И ФАКТОРОВ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ВОЗНИКНОВЕНИЮ И РАЗВИТИЮ АВАРИЙ ПРИ БУРЕНИИ И ДОБЫЧЕ ГАЗА

А. Н. Бганцев, И. Н. Лоскутникова, И. В. Богданова
Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
kalter30.30@mail.ru
Lvica.inna@yandex.ru
bogirka@gmail.com

Проведен анализ возможных причин и факторов возникновения аварий при бурении и добыче газа. Выяснено, что одним из основных условий возникновения газопроявлений является поступление пластового флюида в ствол скважины вследствие превышения пластовым давлением забойного. Представлено описание сценариев вероятных и наиболее опасных по последствиям аварий, к которым относятся факельное горение выброса пластового газа при разгерметизации оборудования скважины и распространение сероводорода при выбросе пластового газа без воспламенения. Определены размеры вероятных зон действия поражающих факторов аварий по каждому из сценариев и возможное количество пострадавших при реализации этих сценариев.

Ключевые слова: техносферная безопасность, анализ рисков, анализ безопасности, сценарии аварий, буровая установка, нефтегазовая отрасль, охрана труда.

Введение. Проблема обеспечения промышленной безопасности приобретает особую актуальность на современном этапе преобразований и развития производительных сил, когда из-за труднопредсказуемых социальных, техногенных и экологических последствий чрезвычайных ситуаций возникает угроза существованию человеческого общества. Одним из принципов системы обеспечения промышленно-экологической безопасности является ее декларирование.

UDC 504.5:656. 504.5
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-25-38

THE ANALYSIS OF REASONS AND FACTORS AFFECTING THE INITIATION AND DEVELOPMENT OF ACCIDENTS IN DRILLING AND GAS PRODUCTION

A. N. Bgantsev, I. N. Loskutnikova, I.V. Bogdanova
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation
kalter30.30@mail.ru
Lvica.inna@yandex.ru
bogirka@gmail.com

The paper provides the analysis of possible reasons and factors of accidents initiation. It has been established that one of the main reasons for the initiation of gas showings is the flow of formation fluid into the wellbore due to the fact that formation preesure exceeds bottom hole pressure. It presents the description of the scenarios of possible and the most dangerous accidents, which include jet fire of formation gas outbursts during the loss of pressure of well equipment and the spread of hydrogen sulphide at the release of formation gas without ignition. The probable zones sizes of damaging factors effects for each of the scenarios and the possible number of victims in these scenarios implementation have been determined.

Keywords: technosphere safety, risk analysis, safety analysis, accident scenarios, drilling rig, oil and gas industry, labor protection

Introduction. The problem of industrial safety is of particular relevance at the present stage of reformation and development of productive forces, when, due to the unpredictable social, technological and environmental consequences of emergency situations there is a threat to the existence of human society. One of the principles of the system of industrial and environmental safety

В федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» содержится декларация промышленной безопасности, предполагающая всестороннюю оценку риска аварий, социально-экономических и экологических угроз на основе мониторинга и аудита безопасности объекта [1]. Мониторинг и анализ риска аварий на опасных производственных объектах является составной частью управления промышленно-экологической безопасностью.

Объект исследования. Буровая установка *UNOC* 500 *DE* (*UNOC* — совместное производство *Uralmash* (*Rus*), *NationalOilWell* (*USA*), *Caterpillar* (*USA*)) — это дизельная буровая установка с предельной буровой глубиной 6500 м и предельной нагрузкой на ствольный крюк 500 т, произведенная в 1994 г. Эксплуатируется буровая установка на территории Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ). Месторождение находится в юго-западной части Прикаспийской впадины. Размеры залежи 100х40 км, общая площадь 2450 км^2. Размеры разбуриваемой части месторождения составляют 60х28 км. Площадь горного отвода (площадь лицензионного участка) составляет 144 927 га.

Штатная численность работников участка ведения буровых работ составляет 35 человек. Бурение осуществляется непрерывно (круглосуточно). Работы ведутся посменно. Продолжительность рабочей смены составляет 12 часов. Процесс разработки эксплуатационной скважины составляет от 7 до 12 месяцев в зависимости от вида бурения ствола скважины (вертикальный, условно наклонный). Наиболее опасными веществами, присутствующими на буровой установке, являются пластовый газ, сероводород и дизельное топливо.

protection is its declaration.

The Federal law "On industrial safety of hazardous production facilities" contains the declaration of industrial safety, involving a comprehensive assessment of accidents risk, socio-economic and environmental threats on the basis of monitoring and safety audit of an object [1]. Monitoring and analysis of accidents risk at hazardous industrial facilities is an integral part of industrial and environmental safety management.

The object of research. The drilling rig *UNOC 500 DE (UNOC* is a joint production of *Uralmash (Rus), NationalOilWell (USA), Caterpillar (USA)*) — a diesel drilling rig produced in 1994 with a maximum drilling depth of 6.500 m and a maximum load on the receiver hook of 500 tons. The drilling rig is used on the territory of the Astrakhan gas condensate field. The field is located in the southwestern part of Peri-Caspian Depression. The deposit size is 100x40 km; the total area is 2450 km^2. The drillable dimensions of the field are 60x28 km. The area of mining allotment (the licensed area) is 144 927 ha.

Drilling staff is 35 people. Drilling is carried out continuously (round the clock). Work is conducted in shifts. The duration of a work shift is 12 hours. The process of operating well development ranges from 7 to 12 months, depending on the kind of wellbore drilling (vertical, relatively inclined). The most hazardous substances on the rig are formation gas, hydrogen sulphide and diesel fuel.

Возможные причины возникновения аварий. Аварийная ситуация при истечении газового флюида из скважины обычно отождествляется с неуправляемым выбросом в атмосферу, при котором можно выделить три элемента: источник (природное или техногенное скопление флюида в глубинном пласте), канал (участок ствола, обсадные или насосно-компрессорные трубы), выходной участок (выходное сечение колонны или отвода, устьевое оборудование). Из анализа свойств обращаемых на объекте веществ можно сделать вывод, что разгерметизация оборудования может привести к выбросу газового флюида [2].

Одним из основных условий возникновения газопроявлений является поступление пластового флюида в ствол скважины вследствие превышения пластовым давлением забойного. Возможно возникновение газопроявлений и при наличии достаточного противодавления на продуктивный пласт при поступлении пластового флюида в ствол скважины в результате диффузионных или осмотических процессов, гравитационного замещения, контракционных эффектов, высокой скорости разбуривания газонасыщенных пород и т. п. [3].

Возникновение и развитие газопроявлений из-за неуравновешенности пластового давления гидростатическим давлением столба раствора в стволе скважины может явиться следствием:

- ошибок в прогнозировании пластовых давлений или определении проектной плотности бурового раствора;
- тектонических нарушений в районе буровых работ и вскрытия зон с аномально высоким пластовым давлением;
- разбуривания несовместимых интервалов бурения (гидроразрыв, поглощение гидростатического давления столба бурового раствора на продуктивный горизонт);
- ошибок в определении глубины залегания продуктивных отложений;
- недостаточного оперативного контроля за текущими изменениями пластовых давлений вследствие законтурного заводнения и других

Possible causes of accidents. Emergency at gas fluid escape from the well is usually connected with the uncontrolled release into the atmosphere in which we can distinguish three elements: a source (natural or anthropogenic accumulation of fluid in the deep layer), a channel (a part of a hole, well casing, or tubing), an output site (output section of a column or an outlet, wellhead equipment). From the analysis of the properties of the used on the object substances it can be concluded that the loss of pressure of the equipment may result in the release of gaseous fluid [2].

One of the main reasons for the initiation of gas showings is the flow of formation fluid into the wellbore due to the fact that formation pressure exceeds bottom hole pressure. The initiation of gas showings is also possible at the presence of sufficient back pressure on the productive formation during the flow of formation fluid into the wellbore in the result of diffusion or osmotic processes, gravitational substitution, contraction effects, high drilling speed of gas-saturated rocks, etc. [3].

The initiation and development of gas showings due to the unbalance of formation pressure by hydrostatic pressure of the solution column in the wellbore can result from:

- errors in the prediction of formation pressure or the determination of project density of drilling mud;
- tectonic disturbances in the drilling area and the opening of zones with abnormally high formation pressure;
- drilling with incompatible intervals of drilling (hydraulic fracturing, absorption of hydrostatic pressure of the mud column on the productive horizon);
- errors in determining the occurrence depth

факторов;

- использования бурового раствора или жидкости глушения скважины с заниженной плотностью;
- снижения гидростатического давления столба раствора из-за падения уровня в скважине в результате поглощения;
- снижения гидростатического давления столба раствора из-за недолива скважины при подъеме колонны труб;
- снижения плотности бурового раствора при его химической обработке;
- снижения гидростатического давления столба раствора из-за перетоков, обусловленных разностью плотностей раствора в трубном и затрубном пространствах;
- уменьшения забойного давления при установке жидкостных ванн с низкой плотностью раствора при ликвидации прихватов [4].

Причинами возникновения открытых фонтанов являются:

- несоответствие конструкции скважины фактическим горно-геологическим условиям;
- несоответствие прочностных характеристик установленного противовыбросового оборудования фактическим давлениям, возникающим в процессе ликвидации газопроявлений;
- низкое качество монтажа противовыбросового оборудования, несоблюдение условий его эксплуатации;
- отступление от проектной конструкции скважины, нарушение технических условий свинчивания обсадных труб (недопуск колонн до проектных отметок, негерметичность резьбовых соединений и т. п.);
- некачественное цементирование обсадных колонн;
- отсутствие в компоновке бурильной колонны шарового крана или обратного клапана [5].

Немалый вклад в опасность разгерметизации скважинного оборудования вносят протекающие в условиях добычи пластового

of productive sediments;

- lack of operational control over the ongoing changes in formation pressure due to edge flooding, and other factors;
- use of drilling mud or well killing fluid of low density;
- reduction of hydrostatic pressure of the solution column due to the fall in level in the well as a result of absorption;
- reduction of hydrostatic pressure of the solution column due to incomplete filling of the borehole when lifting the pipe string;
- reduction of drilling mud during its chemical processing;
- reduction of hydrostatic pressure of the solution column due to the flow caused by the difference in density of the solution in tube and annular spaces;
- reduction of bottom hole pressure with the installation of a fluid bath with low solution density at the elimination of stickings [4].

The reasons for open flow initiation are:

- discrepancy between the well design and the actual mining and geological conditions;
- discrepancy between the strength characteristics of the installed blowout prevention equipment and the actual pressures arising in the process of gas showings liquidation;
- low quality of installation of blowout prevention equipment, failure to comply with conditions of its operation;
- deviation from the well design, the violation of technical conditions of casing spinning (underreaching of columns the design level, leakage of threaded connections, etc.);
- poor cementing of casing strings;
- absence of stabbing valve or ball valve in the drill stem assembly [5].

Hydrodynamic processes occurring in the

газа гидродинамические процессы. Характерной особенностью данных процессов является их нестационарность: пульсация потока, образование ударных волн, зон разряжения. Значительные перепады давления, динамические и статические нагрузки создают условия для деформационного старения металла. Нестационарность процессов может привести к вибрации коммуникаций и оборудования, нарушению герметичности оборудования и трубопроводов вплоть до полного их разрушения [6].

Приведем ряд причин возникновения аварийных ситуаций, связанных с ошибками, запаздыванием, бездействием персонала в штатных и нештатных ситуациях:

- нарушение должностных инструкций и инструкций по выполнению технологических операций;
- ошибочные действия при ремонтных работах на объекте;
- запаздывание при принятии решения по задействованию нужного уровня системы защиты;
- бездействие и ошибка в действиях в нештатной ситуации;
- проведение постоянных или временных огневых работ без специального разрешения.

Особенности технологического процесса требуют от обслуживающего персонала высокой квалификации и повышенного внимания. Особую опасность представляют ошибки при пуске и остановке скважин, ведении ремонтных, профилактических и других работ, связанных с неустойчивыми переходными режимами. В случае неправильных действий персонала существует возможность разгерметизации систем и возникновения аварийных ситуаций [7].

Также существует ряд причин, связанных с «внешними» воздействиями природного и техногенного характера:

- ураганные ветры;
- снежные заносы и аномальное понижение (повышение) температуры воздуха;

production of reservoir gas make a considerable contribution to the risk of loss of pressure of the downhole equipment. A characteristic feature of these processes is their nonstationarity: flow pulsation, shock waves formation, and vacuum areas formation. Significant pressure differences, dynamic and static loads create conditions for strain aging of metal. The unsteady flow processes can lead to vibration of communication and equipment, leakage of equipment and pipelines up to their full destruction [6].

Here are some of the reasons for emergencies connected with errors, delay, inaction of personnel in standard and emergency situations:

- violation of the official instructions and the instruction on conducting technological operations;
- erroneous actions during repair works at the facility;
- delay in the decision to use the desired level of security;
- omission and error in actions in emergency situations;
- carrying out permanent or temporary hot work without special permission.

The technological process features require staff of high qualification and attention. Of particular danger are the mistakes at starting and stopping wells, repair, maintenance and other works connected with the unstable transitional regimes. In case of personnel wrong actions there is the possibility of systems loss of pressure and emergency situations [7].

There is also a number of reasons related to external impacts of natural and technogenic character:

- hurricane-force winds;
- snow drifts and anomalous decrease (increase) in air temperature;

- попадание оборудования в зону действия поражающих факторов аварий, происшедших на соседних объектах;
- преднамеренные действия (диверсия) [8].

К числу возможных факторов, способствующих возникновению и развитию аварий на скважинах, относятся следующие факторы:

- взрывоопасность пластового флюида;
- высокие параметры пластового давления, определяющие возможность участия значительных масс пластового флюида в авариях, что, в свою очередь, определяет высокие значения энергетических потенциалов, значения плотности и скорости энерговыделения, избыточного давления взрыва и других параметров ударной волны;
- необходимость проведения газоопасных работ;
- необходимость обслуживания оборудования буровой установки и скважин при неблагоприятных метеорологических условиях в связи с непрерывностью технологического процесса [9].

Все вышеперечисленные причины и факторы могут привести к аварийным ситуациям различных масштабов.

Краткое описание сценариев вероятных и наиболее опасных по последствиям аварий. На основе анализа причин возникновения аварий и факторов, определяющих их исходы, учета особенностей проводимых работ, свойств опасных веществ, обращающихся на площадках строительства скважин на объекте, авторами определены следующие типовые сценарии аварии:

- сценарий 1 (С1) — выброс пластового газа без воспламенения, распространение токсичной примеси. Частота данной аварии составляет величину, равную 9,30 Е–03, 1/год.
- сценарий 2 (С2) — горение шлейфа пластового флюида.

В качестве наиболее опасного определен сценарий, связанный с факельным горением выброса, сопровождающийся значительным социальным и материальным ущербом. Частота

- getting equipment in the area of the affecting factors of accidents, which happened on nearby premises;
- deliberate actions (sabotage) [8].

To the possible factors contributing to the initiation and development of accidents at wells we can add the following factors:

- the explosiveness of reservoir fluid;
- high parameters of reservoir pressure, determining the possibility of participation of large masses of formation fluid in accidents, which in turn determines the high value of energy potentials, the values of density and speed of energy release, the excess explosion pressure and other parameters of shock wave;
- need for gas hazardous work;
- need for equipment maintenance of drilling rig and wells in adverse weather conditions because of the continuity of the technological process [9].

All of the above mentioned reasons and factors can lead to emergency situations of various scales.

Brief description of scenarios of likely and the most dangerous consequences of accidents. Based on the analysis of the causes of accidents and factors that determine their outcomes, considering the peculiarities of work, properties of hazardous substances on well construction sites, the authors have identified the following typical scenarios of an accident:

- scenario 1 (C1) — blowout of reservoir gas without ignition, spread of toxic impurities. The frequency of this accident is 9.30 E–03.1/year.
- scenario 2 (C2) —combustion of plume of reservoir fluid.

The scenario connected with blowout jet fire, accompanied by significant social and material damage has been identified as the most dangerous one. The frequency of this accident is

данной аварии составляет величину порядка 9,06E–04, 1/год [1].

Описания наиболее опасного и наиболее вероятного сценариев аварий на участке ведения буровых работ приведены в таблице 1.

9.06 E–04. 1/year [1].

The descriptions of the most dangerous and the most probable scenarios of accidents at the site of drilling activities are given in table 1.

Таблица 1
Table 1

Краткое описание сценариев аварий

Brief description of accident scenarios

Наиболее опасный сценарий ***The most dangerous scenario***		**Наиболее вероятный сценарий** ***The most likely scenario***	
№ сценария ***Scenario no.***	**Описание сценария** ***Description of scenario***	**№ сценария** ***Scenario no.***	**Описание сценария** ***Description of scenario***
Сценарий С2 Факельное горение выброса пластового газа при оборудовани скважины	Полная разгерметизация обсадных колонн, подземного оборудования скважины, → истечение пластового флюида из отверстия разгерметизации → воспламенение истекающего газа → возникновение пожара колонного типа → термическое воздействие на технологическое оборудование, персонал → повреждение конструкций буровой установки, получение людьми ожогов различной степени тяжести, а также травм от падающих предметов или действия ВВС → потеря контроля за скважиной → глушение скважины.	Сценарий С1 Распрост ранение сероводорода при выбросе пластового газа без воспламенен ия.	Полная или частичная разгерметизация обсадных колонн подземного оборудования скважины → истечение пластового флюида из отверстия разгерметизации → отсутствие воспламенения истекающего газа → рассеивание газа в атмосфере → образование и распространение облака сероводорода → поражение людей в зоне распространения сероводорода.
Scenario C2 Jet fire of reservoir gas blowout at downhole equipping	*Full loss of pressure of the casing, underground equipment wells, → leak of formation fluid from a leakage hole → ignition of the exhaust gas → column type fire → thermal effects on the technological equipment, personnel → damage to the structures of the rig, people get burns of various severity, as well as injuries from falling objects or air force activity → loss of control over the well → killing the well.*	*Scenario C1 Spread of hydrogen sulfide at the blowout of reservoir gas without ignition.*	*Full or partial loss of pressure of casing of the underground wells equipment → leak of formation fluid from a leakage hole → absence of ignition of the escaping gas → gas dispersion in the atmosphere → formation and distribution of hydrogen sulfide clouds → effect on the people in the area of hydrogen sulfide distribution.*

Таблица 2
Table 2

Размеры вероятных зон действия поражающих факторов аварий

The size of the probable zones of accidents damaging factors

Параметры поражения ***Destruction parameters***	**Наиболее опасный сценарий** ***The most dangerous scenario***	**Наиболее вероятный сценарий** ***The most likely scenario***
	Сценарий С2 Факельное горение выброса пластового газа при разгерметизации оборудования скважины. *Scenario C2* *Jet fire of reservoir gas blowout at the loss of pressure of well equipment.*	Сценарий С1 Распространение сероводорода при выбросе пластового газа без воспламенения. *Scenario C1* *Distribution of hydrogen sulfide with the blowout of reservoir gas without ignition.*
Сценарий С2 / *Scenario C2* **Факельное горение выброса пластового газа. СТО Газпром 2–2.3–400–2009** ***Jet fire of reservoir gas blowout. STO Gazprom 2-2.3-400-2009***		
Высота факела в момент выброса, м *The plume height at the time of emission, m*	до 64 *up to 64*	–
Диаметр факела, м *The plume diameter, m*	до 32 *up to 32*	–
Глубина зоны термического воздействия с тепловым потоком 15 кВт/м^2, м *The depth of the zone of thermal influence with a heat flux of 15 kW/m^2, m*	до 39 *up to 39*	–
Сценарий С1 / *Scenario C1* **Выброс пластового газа без воспламенения. СТО Газпром 2–2,3–400–2009** ***Reservoir gas blowout without ignition. STO Gazprom 2-2.3-400-2009***		
Высота выброса в момент выброса, м *The height of blowout at the time of blowout, m*	–	до 64 *up to 64*
Диаметр факела, м *The plume diameter, m*	–	до 32 *up to 32*
Распространение сероводорода / *Hydrogen sulfide distribution*		
Инверсия, 1 м/с *Inversion, 1 m/s*	–	–

Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 120 сек.) *The depth of the lethal area (exposure time 120 sec.)*	–	41/–1
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	129/42
Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 1800 сек.) *The depth of the lethal area (exposure time of 1800 sec.)*	–	799/–12
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	711/684
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 120 сек.) *The depth of the threshold destruction zone (exposure time 120 sec.)*	–	61/–1
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	170/–61
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 1800 сек.) *The depth of the threshold destruction zone (exposure time of 1800 sec.)*	–	1243/–12
Изотермия, 3 м/с *Isothermy, 3 m/s*	–	1043/1032
Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 120 сек.) *The depth of the lethal area (exposure time 120 sec.)*	–	101/–2
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	74/95
Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 1800 сек.) *The depth of the lethal area (exposure time of 1800 sec.)*	–	722/–42
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	97/426
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 120 сек.) *The depth of the threshold destruction zone (exposure time 120 sec.)*	–	190/–2
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	104/65
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 1800 сек.) The depth of the threshold destruction zone *(exposure time of 1800 sec.)*	–	3752/–43
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	192/1749

Сведения о возможном числе пострадавших, включая погибших среди работников и иных физических лиц. При оценке количества пострадавших были сделаны следующие допущения [10]:

- 80 % персонала на площадке бурения находится вне помещений;
- непосредственно у бурового ствола находится 3 человека;
- весь персонал на площадке бурения имеет изолирующие противогазы;
- весь персонал сторонних организаций, занятых на близлежащих объектах (УППГ ГПУ ООО «Газпром добыча Астрахань»), имеет изолирующие противогазы.

Время экспозиции для персонала объекта и персонала ООО «Газпром добыча Астрахань» принято равным 120 сек., так как площадки строительства скважин и ведения ремонтных работ расположены на расстоянии более 100 м от скважинных площадок ООО «Газпром добыча Астрахань», а глубина распространения облака не превышает 50 м. Взрыва распространяющегося облака на данной территории не прогнозируется, так как площадки строительства скважин и ведения ремонтных работ расположены на расстоянии более 100 м от вахтовых городков персонала филиала, в то время как глубина распространения облака не превышает 50 м [11].

Возможное количество пострадавших при реализации аварий приведено в таблице 3.

The information about the potential number of victims, including victims among the employees and other individuals. When assessing the number of injured people the following assumptions have been made [10]:

- 80% of personnel on the drilling site is located outside the premises;
- 3 persons are near the drilling hole;
- all personnel on the drilling site have red packs;
- all the staff of other organizations working on the nearby objects ("Gazprom dobycha Astrakhan") have red packs

The exposure time for the staff and personnel "Gazprom dobycha Astrakhan" is assumed to be 120 seconds, as the site of well construction and repair works is located at a distance of more than 100 m. from borehole sites of "Gazprom dobycha Astrakhan", and the depth of clouds distribution does not exceed 50 m. The explosion of a spreading cloud on this site is not predicted, because the sites of well construction and repair works are located at a distance of more than 100 m from the branch rotational camps, while the depth of clouds distribution does not exceed 50 m [11].

The possible number of victims in case of an accident is shown in table 3.

Таблица 3
Table 3

Возможное количество пострадавших при реализации аварий

Possible number of victims in case of an accident

№ типового сценария ***No. of a typical scenario***	**Аварийное оборудование, событие, инициирующее аварийную ситуацию** ***Emergency equipment, the event that triggers an emergency***	**Аварийная ситуация** ***Emergency***	**Количество пострадавших человек, чел.** ***Number of injured persons, persons***	
			Смертельно ***Lethal***	**Не смертельно** ***Not lethal***
C1	Буровая установка, газопроявление при ведении работ *Drilling rig, gas showings when conducting operations*	Открытое фонтанирование без воспламенения, распространение токсичной примеси *Uncontrollable blowout without ignition, spreading of toxic impurity*	1 — персонал буровой установки *1 — the staff of the drilling rig*	4 — персонал буровой установки и вахтового поселка *4 — the staff of the drilling rig and the camp*
C2	Буровая установка, газопроявление при ведении работ (разрушение подземного оборудования) *Drilling rig, gas showings when conducting operations (the destruction of underground equipment)*	Факельное горение выброса *Outburst jet fire*	3	3

Заключение. Разработка месторождений на АГКМ сопровождается повышенной опасностью — возможны выбросы пластового газа с содержанием сернистого водорода от 6 % до 26 % от его объема. На основании этого объект относиться ко II классу опасности. Авторами определен наиболее опасный тип аварий на рассматриваемом объекте. Это факельное горение пластового флюида при открытом фонтанировании скважины. В результате данной аварии могут пострадать до 6 человек персонала, из которых до 3 человек могут получить смертельную степень поражения. Частота данной аварии составляет

Conclusion. The field production on AGKM is accompanied by a high risk — potential outbursts of reservoir gas containing hydrogen sulfide from 6 % to 26 % of its volume. Based on this the object may be referred to the II class of danger. The authors defined the most dangerous type of accidents at the facilities. This is jet fire of formation fluid with uncontrollable blowout. As a result this accident can affect up to 6 employees, of which up to 3 people can get a fatal degree of damage. The frequency of this accident is about

величину порядка 9,06E–04, 1/год [12]. В качестве наиболее вероятной рассматривается авария, связанная с распространением сероводорода при получасовом выбросе пластового флюида и своевременной локализации аварии. В результате этой аварии могут пострадать до 5 человек, из которых один может получить смертельное поражение. Частота данной аварии составит величину порядка 9,30E–03, 1/год.

Библиографический список.

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : федеральный закон № 116–ФЗ от 21.07.97 // Электрон. фонд правовой и норматив.-техн. документации / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа : http://docs.cntd.ru/document/9046058 (дата обращения : 01.10.17).

2. Антипьев, В. Н. Анализ риска аварий и чрезвычайных ситуаций на нефтегазодобывающих предприятиях — один из рычагов снижения аварийности / В. Н. Антипьев // Безопасность труда в промышленности. — 2004. — № 4. — С. 20–22.

3. Балаба, В. И. Общие требования промышленной безопасности / В. И. Балаба. — Москва : РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2003. — 64 с.

4. Клебанов, Ф. С. О современной концепции безопасности / Ф. С. Клебанов // Безопасность труда в промышленности. — 2003. — № 6. — С. 33–35.

5. Клювгант, В. В. Системное управление рисками / В. В. Клювгант // Технологии нефтегазового комплекса. — 2004. — № 1. — С. 96–98.

6. Козьяков, А. Ф. Управление промышленной безопасностью [Электронный

9.06 E–04. 1/year [12]. An accident involving the spread of hydrogen sulphide at a half-hour outburst of formation fluid and timely localization of the accident is considered as the most likely. As a result this accident can affect up to 5 people, one of whom can get a fatal degree of damage. The frequency of this accident is about 9.30 E–03. 1/year.

References

1. O promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov. Federal'ny zakon no. 116–FZ ot 21.07.97. Electron. fond pravovoy i normativ.-tekh. dokumentatsii. Konsortsium "Kodeks". [On industrial safety of hazardous industrial facilities. Federal law no. 116–FZ dated 21.07.97. Electron. fund of legal and norm.-tech. documentation. Consortium "Kodeks".] Available at: http://docs.cntd.ru/document/9046058 (in Russian).

2. Antipev, V.N. Analiz riska avariy i chrezvychaynykh situatsiy na proizvodstve neftegazodobyvayushchikh predpriyatiy – odin iz rychagov snizheniya avariynosti. [Risk analysis of accidents and emergencies at oil and gas enterprises — one of the instruments to reduce accidents.] Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2004, no. 4, pp. 20-22 (in Russian).

3. Balaba, V.I., Obshchie trebovaniya promyshlennoy bezopasnosti. [General requirements to industrial safety.] Moscow, Gubkin Russian state university of oil and gas, 2003, 64 p. (in Russian).

4. Klebanov, F.S. O sovremennoy kontseptsii bezopasnosti. [On modern security concept.] Bezopasnost' truda v promyshlennosti, 2003, no. 6, pp. 33-35 (in Russian).

5. Klyuvgant, V.V. Sistemnoe upravlenie riskami. [Systemic risk management.] Tekhnologii neftegazovogo kompleksa, 2004, no. 1, pp. 96-98 (in Russian).

6. Kozyakov, A.F., Fedoseev, V.N. Upravlenie promyshlennoy bezopasnost'yu. [Industrial safety

ресурс] / А. Ф. Козьяков, В. Н. Федосеев. — Режим доступа : http://www.cfin.ru/press/management/2001-3/06.shtml/ (дата обращения : 03.10.17).

7. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов (РД 03-418-01) / Ю. А. Дадонов [и др.]. — Москва : Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2001. — 40 с.

8. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах (РД 03-496-02) / А. В. Денисов [и др.]. — Москва : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2002. — 40 с.

9. Олейник, Б. В. Повышение промышленной безопасности буровых установок / Б. В. Олейник // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. — 2003. — № 3. — С. 29–31.

10. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : федеральный закон № 184–ФЗ от 27.12.02 // Электрон. фонд правовой и норматив.-техн. документации / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа : http: //docs.cntd.ru /document /420376693 (дата обращения : 01.10.17).

11. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624-03). — Москва : РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. — 272 с.

12. Придвижкин, В. А. Экспертиза промышленной безопасности технических устройств буровых установок / В. А. Придвижкин, С. Г. Бабин, Ю. Р. Гарин. — Москва : Нац. ин-т нефти и газа, 2008. — 74 с.

management.] Available at: http://www.cfin.ru/press/management/2001-3/06.shtml/ (in Russian).

7. Dadonov, Y.A., et al. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu analiza riska opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov (RD 03-418-01). [Methodological guidelines for risk analysis of hazardous production facilities (RD 03-418-01).] Moscow, Nauchno-tekhnicheskiy tsentr issledovaniy problem promyshlennoy bezopasnosti, 2001, 40 p. (in Russian).

8. Denisov, A.V. et al. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke ushcherba ot avariy na opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh. [Methodological guidelines the damages assessment from accidents at hazardous production facilities (RD 03-496-02).] Moscow, Nauchno-tekhnicheskiy tsentr po bezopasnosti v promyshlennosti Gosgortekhnadzora Rossii, 2002, 40 p. (in Russian)

9. Oleynik, B.V. Povyshenie promyshlennoy bezopasnosti burovykh ustanovok. [Enhancement of industrial safety of rigs.] Vestnik assotsiatsii burovykh podryadchikov, 2003, no. 3, pp. 29-31 (in Russian).

10. O tekhnicheskom regulirovanii. Federal'ny zakon no. 184-FZ ot 27.12.02. Electron. fond normativ.-tekhn. documentatsii Konsortsium "Kodeks" [On technical regulation. Federal law n. 184–FZ, 27.12.02. Electron. fund of legal and norm.-tech. documentation. Consortium "Kodeks".] Available at: http: //docs.cntd.ru /document /420376693 (in Russian).

11. Pravila bezopasnosti v neftyanoy i gazovoy promyshlennosti. [Safety rules in the oil and gas industry (PB 08-624-03).] Moscow, Gubkin Russian state university of oil and gas, 2003, 272 p. (in Russian).

12. Pridvizhkin, V.A., Babin, S.G., Garin, Y.R. Ekspertiza promyshlennoy bezopasnosti tekhnicheskikh ustroystv burovykh ustanovok. [Examination of industrial safety of technical devices of drilling rigs.] Moscow, Nats. institut nefti i gaza, 2008, 74 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 10.08.2017
Сдана в редакцию 10.08.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

Received 10.08.2017
Submitted 10.08.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Бганцев Андрей Николаевич,
старший администратор отдела по реализации молодежной политики Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
Kalter30.30@mail.ru

Лоскутникова Инна Николаевна,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1,) кандидат химических наук.
Lvica.inna@yandex.ru

Богданова Ирина Виссарионовна,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды Донского государственного технического университета, кандидат химических наук, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1) кандидат технических наук, доцент
bogirka@gmail.com

Bgantsev Andrey Nikolaevich,
Senior Administrator of the Department of the Youth Policy Implementation of Don State Technical University, (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
Kalter30.30@mail.ru

Loskutnikova Inna Nikolaevna,
Associate Professor of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University,(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), Cand. of chemical sciences
Lvica.inna@yandex.ru

Bogdanova Irina Vissarionovna,
Associate Professor of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University, (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), Cand. of chemical sciences, Associate Professor
bogirka@gmail.com

УДК 658.518.3
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-39-45

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «БРЯНСКПИВО» ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

В. В. Новиков, Т. К. Новикова, Е. А. Ильина
Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Российская Федерация
novikiv_v.v@mail.ru
tks154@mail.ru
elena-radchenko93@mail.ru

Рассмотрена и обоснована необходимость внедрения элементов интегрированной системы менеджмента (ИСМ) на предприятии ОАО «Брянскпиво». Отмечены достоинства применения ИСМ в области промышленной безопасности и охраны труда, главными из которых являются: согласованность внутри предприятия, повышение эффективности отдела охраны труда, уменьшение трудозатрат и объема документации, снижение финансовых затрат, повышение вовлеченности персонала в работу, возможность совмещения ряда процессов, мобильность и адаптация. Приведена схема разработки и внедрения ИСМ.

Ключевые слова: интегрированная система менеджмента, повышение безопасности труда

Введение. В условиях рыночной конкуренции каждое предприятие стремится к постоянному улучшению качества выпускаемых товаров и предоставляемых услуг. В связи с этим возникает необходимость постоянного совершенствования систем менеджмента качества на предприятии, где может потребоваться применение нескольких стандартов качества. Данные стандарты могут быть из одной или из нескольких серий. Их интеграция позволяет расширить границы производственных возможностей и может повлиять на качество выпускаемой продукции. Данное объединение стандартов получило название интегрированной системы менеджмента и представляет собой

UDC 658.518.3
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-39-45

IMPROVING LABOR SAFETY AT THE ENTERPRISE «BRYANSKPIVO» BY INTRODUCING ELEMENTS OF THE INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM

V.V. Novikov, T.K. Novikova, E.A. Ilina
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation
novikiv_v.v@mail.ru
tks154@mail.ru
elena-radchenko93@mail.ru

The article considers and justifies the necessity of introducing elements of the integrated management system at the enterprise “Bryanskpivo”. It provides the advantages of using IMS in the field of industrial safety and for labor protection, the main of which are: coherence within the enterprise, increasing the effectiveness of labor protection department, reducing labor costs and documentation, reducing financial costs, increasing staff engagement, the possibility of combining a number of processes, mobility and adaptation. A scheme for the development and implementation of the IMS is given.

Keywords: integrated management system, increase of labor safety

Introduction. In a competitive marketplace, every company strives to continuously improve the quality of manufactured goods and services. In this regard, there is a need for continuous improvement of quality management systems in the company, which may require the use of several quality standards. These standards can be of one or of several series. Their integration allows expanding production capabilities and may affect the quality of the products. This combination of standards is called the integrated management system and is a combination of two or more management systems, functioning

совокупность двух и более систем менеджмента, функционирующих как единое целое.

Многие организации и предприятия пиво-солодовенного производства в России, в частности ОАО «Брянскпиво», стремятся конкурировать с европейскими и западными компаниями, при этом большое значение имеет сертификация на соответствие документам и стандартам, которые имеют признание не только на территории Российской Федерации, но и за ее пределами.

Основная часть. В настоящей работе рассмотрена модель системы менеджмента качества, в которой соединены и представлены требования стандартов ГОСТ Р ИСО 9001–2008 «Системы менеджмента качества. Требования», ГОСТ Р ИСО 14001–2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению», ГОСТ Р 54934–2012/OHSAS 18001:2007 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования».

С целью повышения безопасности труда посредством внедрения интегрированной системы предлагается объединить данные стандарты и выбрать из них наиболее актуальные и подходящие для предприятия пиво-солодовенного производства. Актуальность создания интегрированной системы менеджмента (ИСМ) в охране труда на предприятии ОАО «Брянскпиво» подтверждается рядом преимуществ, которые существенно улучшат качество работы в целом.

К достоинствам ИСМ можно отнести:

1. Согласованность внутри предприятия. Интегрированная система обеспечивает глобальную согласованность внутри всего предприятия и, в частности, в отделе, отвечающем за безопасность труда и здоровья, так как объединяет в себе требования нескольких стандартов, повышает эффективность деятельности каждого отдела, и как следствие, предприятия в целом. Согласованность позволяет отделу охраны труда контролировать все уровни предприятия.

as a whole.

Many organizations and enterprises of beer-malt production in Russia, in particular, "Bryanskpivo", tend to compete with European and Western companies, while great importance has the certification for documents and standards compliance that are recognized not only on the territory of the Russian Federation, but also abroad.

The main part. In the present work we have considered a model of quality management system, which is connected with the requirements of standards GOST R ISO 9001-2008 "Quality management systems. Requirements", GOST R ISO 14001-2016 "Environmental management systems. Requirements with guidance for use", GOST R 54934-2012/OHSAS 18001:2007 "Management systems of occupational safety and health. Requirements."

To improve occupational safety by implementing an integrated system it is proposed to combine these standards and choose the most relevant and suitable one for beer-malt production companies. The relevance of the integrated management system (IMS) in labor protection at the enterprise of "Bryanskpivo" is confirmed by a number of benefits that will significantly improve the quality of work as a whole.

The advantages of ISM include:

1. Consistency within the enterprise. The integrated system provides a global coherence within the whole company and, in particular, in the department responsible for occupational safety and health, as it combines the requirements of multiple standards, increases the efficiency of each department, and as a result, the enterprise as a whole. Consistency allows the department to monitor all levels of the enterprise. IMS involves the development of

ИСМ подразумевает под собой разработку единой гармонизированной структуры менеджмента, которая позволит снизить риски и травматизм на предприятии за счет четко отлаженных действий, которые отображены в стандарте [1].

2. Повышение эффективности отдела охраны труда. ИСМ предполагает повышение технологичности разработки, внедрения и функционирования систем менеджмента в охране труда. Гораздо проще вести поиск в одном документе, нежели во множестве разных. Сокращается время внедрения группы стандартов на предприятии и снижается большая трудоемкость и потребность в ресурсах при их внедрении.

3. Значительное уменьшение трудозатрат и объема документов. Количество и объем документов в интегрированной системе намного меньше, чем суммарный объем документов в отдельных системах. Большое количество информации объединяется в единый документ, что снижает бюрократические проволочки. При создании интегрированной системы в охране труда трудозатраты намного ниже, чем при создании автономно существующих систем. Исчезает повторение и копирование аналогичных процессов, документации и функций подразделений предприятия, у которых схожие должностные обязанности.

4. Снижение финансовых затрат. Снижение финансовых затрат на разработку документации по охране труда, функционирование и сертификацию осуществляется за счет уменьшения количества вводимых документов на предприятии. Параллельное внедрение группы интегрированных стандартов может значительно удешевить и ускорить процесс, по сравнению с внедрением отдельно взятых стандартов.

5. Повышение вовлеченности персонала в работу и возможность совмещения ряда процессов. Интегрированная система уменьшает разделение на отдельные блоки всей системы управления, тем самым снижая

a single harmonized management framework that will reduce risks and injuries at the plant due to the well-established actions, which are discussed in the standard [1].

2. Improving the efficiency of labor protection department. IMS involves increasing the performance, implementation and operation of management systems in occupational safety. It is much easier to search in one document, rather than in many different. It reduces the time of implementation of group standards at the enterprise and reduces the large complexity and resource requirements in their implementation.

3. Significant reduction of labor costs and the amount of documents. The number and amount of documents in an integrated system is much smaller than the total amount of documents in separate systems. A large amount of information is combined into a single document, reducing bureaucratic delays. When creating an integrated system of protection of labor, labor costs are much lower than in the creation of autonomous systems. It eliminates repetition and reproduction of similar processes, documentation, and functions of the enterprise departments that have similar duties.

4. Decrease in financial expenses. Costs decrease for the development of documentation on labor protection, functioning and certification is carried out by reducing the number of documents applied in the company. A parallel implementation of a group of integrated standards can significantly reduce cost and speed up the process, compared to the implementation of separate standards.

5. Increase in staff involvement in job and the possibility of combining several processes. The integrated system reduces the separation on individual units of the entire control system, thus reducing the fragmentation that leads to the

разобщенность, которая приводит к раскоординации действий и к травматизму на предприятии. При внедрении и использовании интегрированной системы менеджмента вовлеченность персонала в работу предприятия повышается за счет четких руководств к использованию. Также в рамках ИСМ появляется возможность совмещения ряда процессов: планирование, анализ со стороны руководства, управление документацией, подготовка кадров, обучение, внутренние аудиты. Уходит проблема целостного восприятия системы менеджмента руководством предприятия, и, как следствие, увеличивается эффективность планирования, контроля и управления в целом [2].

6. Мобильность и адаптация. ИСМ, в отличие от отдельных стандартов, повышает мобильность и возможность адаптации к постоянно изменяющимся условиям, к требованиям, которые предъявляют сторонние организации к охране труда на предприятии. ИСМ учитывает потребности и возможности конкретного предприятия, четко выстраивает взаимосвязи между системами управления качеством, окружающей средой, профессиональной безопасностью и здоровьем при независимом внедрении [3].

Ниже перечислены мероприятия, необходимые для разработки модели ИСМ на предприятии ОАО «Брянскпиво»:

- выявление необходимости создания ИСМ в области охраны труда и анализ «слабых мест» на предприятии;
- проведение оценочного аудита вышеперечисленных стандартов с целью выявления предъявляемых требований к процессам системы менеджмента, которые должны присутствовать на предприятии ОАО «Брянскпиво»;
- анализ требований данных стандартов и объединение общих требований к документации, информации, ресурсам (в том числе человеческим) в единый документ, который исключает повторение и дублирование составляющих интегрированной системы

loss of coordination and injuries at the enterprise. At the implementation and use of an integrated management system, employees' involvement in the work of an enterprise is enhanced by clear guidance. Also within ISM, there is the possibility to combine several processes: planning, analysis, leadership, documentation management, personnel training, training, internal audits. The problem of a holistic perception of management system by company management disappears, and, consequently, it increases the efficiency of planning, monitoring, and management in general [2].

6. Mobility and adaptation. IMS, in contrast to private standards, increases mobility and the ability to adapt to constantly changing conditions, requirements of third-party organizations to labor protection at the enterprise. IMS takes into account the needs and opportunities of a particular company, clearly builds the relationship between quality management systems, environment, occupational health and safety if implemented independently [3].

Below there are the activities required to develop the model of ISM at the enterprise "Bryanskpivo":

- identification of the need for the creation of ISM in the field of labour protection and the analysis of weak points at the enterprise;
- evaluation audit of the above mentioned standards with the aim of identifying the requirements to the management system processes that should be present at the enterprise "Bryanskpivo";
- analysis of the requirements of these standards and the formation of general requirements to documentation, information, resources (including human) in a single document, which eliminates repetition and duplication of components of the integrated management system;
- creation of a plan for the development

менеджмента;

- создание плана разработки и внедрения системы;
- разработка документации на предприятии ОАО «Брянскпиво»;
- анализ соответствия полученного механизма изначально заявленным требованиям и ликвидация полученных отклонений.

Процесс разработки и внедрения ИСМ можно представить в виде условной схемы (рис. 1):

and implementation of the system;

- development of documentation at the enterprise "Bryanskpivo";
- analysis of the compliance of the mechanism with the originally stated requirements and the elimination of the obtained deviations.

The process of the development and implementation of the ISM can be represented in the form of a conditional scheme (Fig. 1):

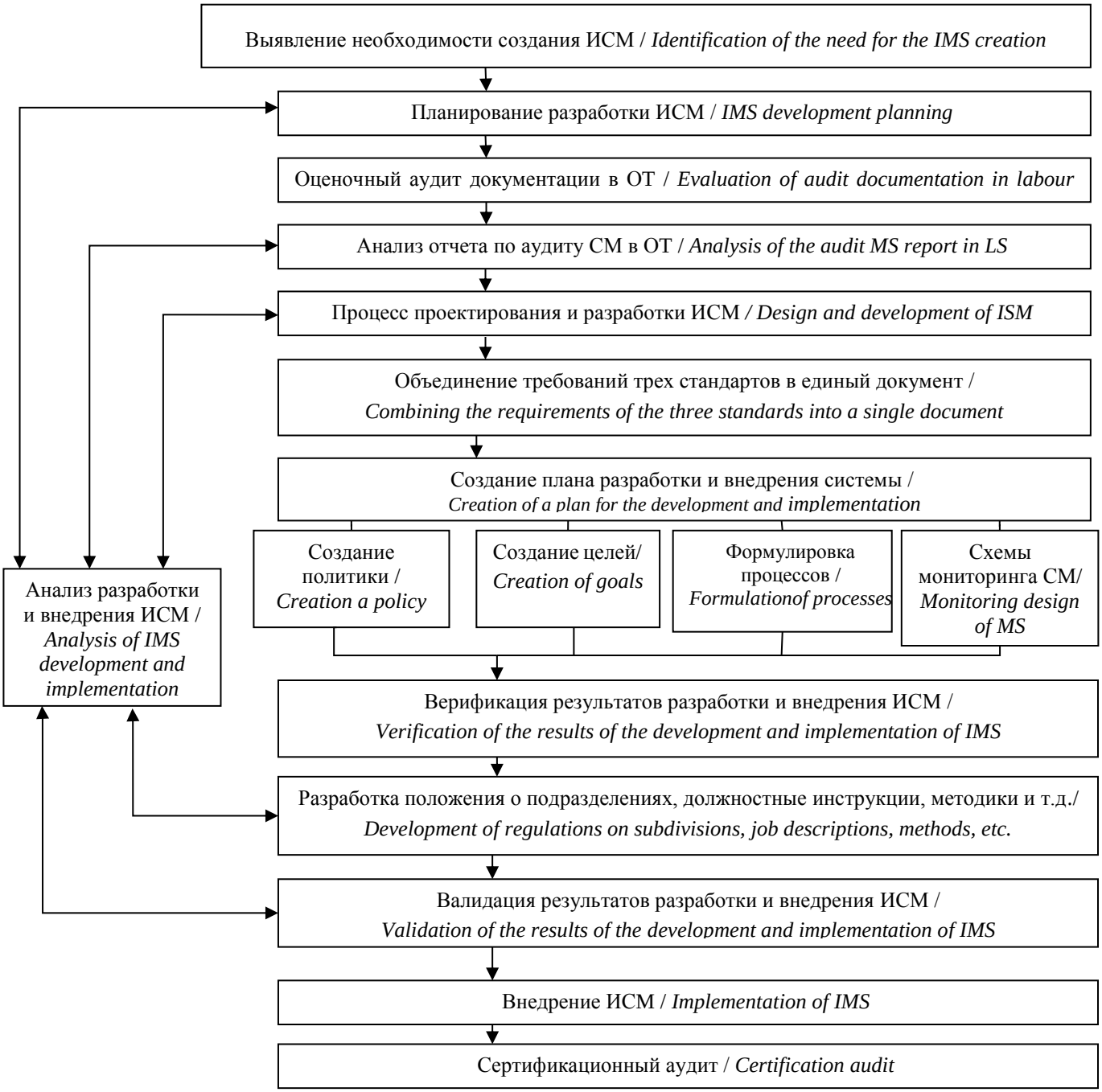


Рис. 1. Схема разработки и внедрения ИСМ

Fig. 1. The scheme of IMS development and implementation

Заключение. Интегрированную систему менеджмента необходимо рассматривать как начало для устойчивого развития и роста предприятия, что позволит ОАО «Брянскпиво» выйти на новый уровень производства, реализации своей продукции и безопасности проводимых работ. Также с помощью применения сбалансированной системы показателей предприятие сможет:

- создать систему управления предприятием, позволяющую постепенно реализовывать планы руководства, переводя их на язык операционного управления и контролируя реализацию механизма посредством основных показателей эффективности;
- обеспечить реализацию целей предприятия силами всех подразделений, управляемых с помощью планирования, учета, контроля и анализа сбалансированных показателей, а также мотивации работников;
- устранить несогласованность между целями компании и их реализацией, а также ускорить реагирование на внешние и внутренние изменения.

Библиографический список.

1. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования : ГОСТ Р 54934–2012/OHSAS 18001:2007 [Электронный ресурс] / Электрон. фонд правовой и норматив.-техн. документации / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа : http://docs.cntd.ru/document/1200094433 (дата обращения : 19.06.17).

2. Системы менеджмента качества. Требования : ГОСТ Р ИСО 9001–2008 [Электронный ресурс] / Электрон. фонд правовой и норматив.-техн. документации / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа : http://docs.cntd.ru/document/1200068733 (дата обращения 19.06.17).

3. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению :

Conclusion. Integrated management system should be viewed as a starting point for sustainable development and growth of the enterprise, which will allow "Bryanskpivo" to reach a new level of production and sale of its products and work safety. Also through the use of the balanced system of indicators the company will be able to:

- create a management system to gradually implement management plans, translating them into the language of operational management and monitoring the implementation of the mechanism through key performance indicators;
- ensure realization of the objectives of the enterprise by all divisions managed through planning, accounting, control and analysis, balanced indicators, and employee motivation;
- eliminate inconsistencies between company goals and their implementation, and faster response to external and internal changes.

References

1. Sistemy menedzhmenta bezopasnosti truda i okhrany zdorov'ya. Trebovaniya: GOST R 54934-2012/OHSAS 18001:2007. [Management system of occupational safety and health. Requirements: GOST R 54934-2012/OHSAS 18001:2007.] Elektron. fond pravovoy i norm.-tekh. documentatsii. Konsortsium "Kodeks". Available at: http://docs.cntd.ru/document/1200094433 (in Russian).

2. Sistemy menezhmenta kachestva. Trebovaniya: GOST R ISO 9001-2008. [Quality management systems. Requirements: GOST R ISO 9001-2008.] Elektron. fond pravovoy i norm.-tekh. documentatsii. Konsortsium "Kodeks". Available at: http://docs.cntd.ru/document/1200068733 (in Russian).

3. Sistemy ekologicheskogo menedzhmenta. Trebovaniya i rukovodstvo po primeneniyu:

ГОСТ Р ИСО 14001–2016 [Электронный ресурс] / Электрон. фонд правовой и норматив.-техн. документации / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа : http://docs.cntd.ru/document/1200134681 (дата обращения 19.06.17).

GOST R ISO 14001-2016. [Environmental management systems. Requirements with guidance for use: GOST R ISO 14001-2016.] Elektron. fond pravovoy i norm.-tekh. documentatsii. Konsortsium "Kodeks". Available at: http://docs.cntd.ru/document/1200134681 (in Russian).

Поступила в редакцию 10.09.2017
Сдана в редакцию 10.09.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

Received 10.09.2017
Submitted 10.09.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Новиков Валерий Владимирович,
профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Кубанского государственого технологического университета (РФ, г. Краснодар, ул. Московская, 2), доктор технических наук
novikiv_v.v@mail.ru

Новикова Тамара Кареновна,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности Кубанского государственого технологического университета (РФ, г. Краснодар, ул. Московская, 2),кандидат технических наук
tks154@mail.ru

Ильина Елена Александровна,
магистрант Кубанского государственого технологического университета
(РФ, г. Краснодар, ул. Московская, 2)
elena-radchenko93@mail.ru

Novikov Valeriy Vladimirovich,
professor of the Department of Life safety Cuban state technological university, (Russian Federation, Krasnodar, Moskovskaya, 2) Doctor of Technical Sciences
novikiv_v.v@mail.ru

Novikova Tamara Karenovna,
associate professor of the Department of Life safety Cuban state technological university (Russian Federation, Krasnodar, Moskovskaya, 2), Candidate of Technical Sciences
tks154@mail.ru

Ильина Елена Александровна,
master's degree student, Cuban state technological university (Russian Federation, Krasnodar, Moskovskaya, 2)
elena-radchenko93@mail.ru

УДК 331.467.330.138.1
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-46-63

ОБОСНОВАНИЕ ТРАВМОБЕЗОПАСНОСТИ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ НА ПРИМЕРЕ СБОРНОЙ КОМАНДЫ ДГТУ

Н. С. Маматченко, Ю. В. Есипов
Донской государственный технический университет,
Ростов-на-Дону, Российская Федерация
voleybol1.94@mail.ru
yu-yesipov5@yandex.ru

Объектом исследования является учебно-тренировочный процесс подготовки волейболистов сборной команды ДГТУ. Разработаны алгоритм количественной оценки возможности травмирования и обоснование мероприятий по упреждению травм в ходе подготовки и проведения соревнований волейболистов. Проанализированы статистические данные о типовых травмах волейболистов и о вероятных условиях их возникновения; выбраны и изучены причины, признаки и показатели типовых травм волейболистов сборной команды ДГТУ; получены численные значения индивидуального риска травмирования волейболистов сборной команды ДГТУ; разработаны технические предложения по индивидуальным средствам защиты волейболистов ДГТУ.

Ключевые слова: волейбол, амплуа, травма, логическая модель, параметрическая модель, нечеткая мера, вероятность, булева алгебра, интегральный риск.

Введение. Важной составной частью государственной социально-экономической политики в России является развитие массовой физической культуры населения и спорта высших достижений. Достойное выступление российских спортсменов на Олимпийских играх и других крупнейших международных соревнованиях является одним из приоритетных направлений государственной политики. Все вышеизложенное в полной мере относится и к спортсменам, занимающимся волейболом.

Волейбол — это вид спорта, в процессе занятий которым развиваются такие качества как прыгучесть, быстрота, ловкость, выносливость,

UDC 331.467.330.138.1
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-46-63

JUSTIFICATION OF INJURY RISK OF VOLLEYBALL PLAYERS ON THE EXAMPLE OF DSTU COMBINED TEAM

N. S. Mamatchenko, Yu. V. Esipov
Don State Technical University, Rostov-on-don,
Russian Federation
voleybol1.94@mail.ru
yu-yesipov5@yandex.ru

The object of the research is training process of volleyball players of DSTU combined team. The article provides the algorithm of quantitative assessment of injuries and the justification of measures for injuries prevention during training and competitions of volleyball players. It analyzes statistical data on typical volleyball players' injuries and probable conditions of their occurrence. The authors have selected and studied the causes, signs and indicators of typical injuries of DSTU volleyball combined team. They have obtained the numerical values of individual risk of volleyball players' injury of DSTU combined team; have developed technical proposals for personal protective equipment for DSTU volleyball players.

Key words: volleyball, role, injury, logical model, parametric model, fuzzy measure, probability, Boolean algebra, integrated risk.

Introduction. The development of general physical culture and high performance sport is an important part of state social and economic policy in Russia. Worthy performance of Russian sportsmen at the Olympic games and other major international competitions is one of the priority directions of state policy. All of the above mentioned fully applies to volleyball sportsmen.

Volleyball is a sport in which people develop such qualities as jumping ability, speed, agility, endurance, ability to instantly react under diffi-

умение мгновенно ориентироваться в сложной обстановке [1]. Волейбол позволяет воспитывать у спортсменов уверенность в своих силах, настойчивость, упорство, закаляет волю и характер.

Анализ травматизма волейболистов свидетельствует об отсутствии профилактики и управления физическим состоянием спортсменов. Волейболист может получить как острую, так и усталостную травму, вызванную регулярными микротравмами тканей [2]. Острые травмы волейболисты чаще всего получают на пальцах и лодыжках (соответственно 97 % и 86 % от всего количества травм). Для плеч и коленей типичными являются усталостные травмы (90 % и 88 % соответственно). На играх спортсмены получают в основном острые травмы (74 % от всех случаев травмирования), а на тренировках — оба вида травм, но преимущественно усталостные (55 %) [3]. Типичными травмами для лодыжек являются растяжения связок в голеностопном суставе [4], для пальцев — их переломы. Также довольно часто встречаются бурситы — воспаления синовиальных сумок, которые сопровождаются повышенным образованием и накоплением в их полостях жидкости (экссудата).

В ходе анализа литературы авторам не удалось обнаружить работы, которые бы раскрывали методику организации и проведения специальной физической подготовки волейболистов в целях количественного оценивания и предупреждения травматизма.

Целью работы является разработка алгоритма количественной оценки возможности травмирования и обоснование мероприятий по предупреждению травм в ходе подготовки и проведения соревнований по волейболу. Таким образом, актуальность исследования обусловлена отсутствием научно обоснованной методики специальной физической подготовки волейболистов с целью профилактики травматизма.

cult circumstances [1]. Volleyball allows sportsmen to bring in confidence, determination, tenacity, tempers will and character.

The analysis of injuries of volleyball players shows the lack of prevention and management of physical condition of sportsmen. A player can get both acute and fatigue injury caused by regular microtraumas of tissues [2]. Volleyball players often get acute injuries on fingers and ankles (respectively 97% and 86% of the total number of injuries). For shoulders and knees, fatigue injuries are typical (90% and 88 %, respectively). At games sportsmen get mostly acute injuries (74 % of all cases of injury), and during training — both kinds of injuries, but mostly fatigue ones (55 %) [3]. Typical injuries to ankles are sprains of ankle joints [4], to fingers — their fractures. Bursitis are also quite common — inflammation of synovial bursas, which are accompanied by the increased formation and accumulation of fluid (exudate) in cavities.

Having analyzed the literature the authors were unable to find papers, which could show the methodology of organization and conducting of special physical training of volleyball players in order to have quantitative evaluation and prevention of injuries.

The aim of this work is to develop an algorithm of quantitative assessment of injuries and substantiation of measures for injuries prevention during volleyball training and competition. Thus, the research urgency is caused by the lack of scientifically justified methods of special physical preparation of volleyball players in order to prevent injuries.

Формулировка задачи. Для предупреждения травматизма в процессе специальной физической подготовки волейболистов авторы предлагают последовательное осуществление тренировочных воздействий с использованием специальных средств, направленных на преимущественное развитие гибкости, укрепление связочно-мышечного аппарата суставов и позвоночника, увеличение силы мышц и тканевой адаптации к нагрузке, развитие выносливости, укрепление суставных сумок, связочно-мышечного аппарата конечностей и туловища. Это позволит повысить уровень физического состояния спортсменов, укрепить их связочно-мышечный аппарат, нивелировать силу воздействия факторов, определяющих высокий травматизм у волейболистов и, тем самым, будет способствовать снижению количества травм в процессе дальнейшей спортивной карьеры волейболистов.

Настоящее исследование состоит из рассмотрения следующих этапов или задач:

1) локализация травм в волейболе;

2) анализ получения типовых травм волейболистов сборной команды ДГТУ;

3) логико-возможностная оценка травмирования волейболистов на примере блокирующего.

1. Локализация травм в волейболе. В таблице 1 приведены результаты 13 исследований травм в волейболе за период с 1981 по 2006 год. Результаты существенно отличаются по методике исследования, количеству участников и продолжительности наблюдения, однако в них можно проследить общую тенденцию. По результатам выделяются 4 основные травмы, характерные для волейбола (таблица 1), — травмы лодыжки, колена, плеча и пальцев.

Problem definition. To prevent injuries in special physical training of volleyball players, the authors propose a sequential implementation of training effects with the use of special equipment aimed at priority development of flexibility, strengthening of muscular-ligamentous apparatus of joints and spine, increased muscle strength and tissue adaptation to stress, development of endurance, strengthening of joint bursas, ligamentous-muscular apparatus of limbs and body. This will allow sportsmen to improve physical condition, to strengthen the ligamentous-muscular apparatus, to neutralize the influence of the factors that determine the high injury rate for volleyball players and thus will help to reduce the number of injuries in further sports career of volleyball players.

The present study consists of a consideration of the following steps or tasks:

1) localization of injuries in volleyball;

2) analysis of typical injuries of volleyball players of DSTU combined team;

3) logical-possibilistic assessment of volleyball players' injuries on the example of a blocker.

1. The localization of injuries in volleyball. Table 1 shows the results of 13 studies of injuries in volleyball for the period from 1981 to 2006. The results differ significantly on the method of study, number of participants and duration of observation, but it is possible to trace the general trend. The results show 4 main injuries specific to volleyball (table 1), injuries of ankles, knees, shoulders and fingers.

Таблица 1
Table 1

Статистические данные анализа травм в волейболе

Statistical data of the analysis of injuries in volleyball

Наименование исследования *The name of the study*	Кол-во Человек *The number of people*	Кол-во Травм *The number of injuries*	Уровень травм, % *Injury level %*	Травмы плеча, % *Shoulder injuries %*	Травмы кисти, % *Wrist injuries %*	Травмы пальца, % *Finger injuries %*	Травмы колена, % *Knee injuries %*	Травмы лодыжки, % *Ankle injuries %*	Травмы стопы, % *Foot injuries %*	Травмы спины, % *Back injuries %*
Augustsson (2006)	158	121	4.9	12	1	7	17	23	8	6
Verhagen (2004)	419	100	2.6	9	7		12	41		10
Bahr (1997)	273	89	1.7	8		7	8	54		11
Aagaard (1996)	178	177	3.8	17		22	19	16	6	9
Kujala (1995)		5235		9	2	9	19	31	3	9
Watkins (1992)		46		2		22	30	26	9	17
Schafle (1990)		154	2.3	8	10		11	18	6	24*
Lochman (1998)		242			18	41	10	26	8	
Yde (1988)		33	5.7			33		25		
Schmidt-Olsen (1987)		69		10		29	8	25		
Gerberich (1987)		106					59	22		
Heel (1985)		214			2	22	8	53	2	3
Bira (1981)		53		23		22	20	28		
Среднее Average			3.5	11	7	21	18	30	6	11

2. Анализ травм волейболистов сборной команды ДГТУ. В исследовании приняли участие спортсмены сборной команды ДГТУ по волейболу: 17 волейболистов и 2 тренера, которые для удобства обработки данных были распределены авторами в процессе наблюдений на 5 групп по спортивному стажу (таблица 2).

2. The analysis of volleyball players' injuries of DSTU combined team. The study involved sportsmen of DSTU combined volleyball team: 17 players and 2 coaches, which, during observations, for data processing convenience have been divided by the authors into 5 groups according to sport experience (table 2).

Таблица 2
Table 2

Распределение спортсменов по спортивному стажу (в абсолютных числах и процентах %)

Distribution of sportsmen according to sport experience (in absolute numbers and in percentage)

Номера и спортивный стаж исследуемых групп *Number and sports experience of the studied groups*	Количество Спортсменов *The number of sportsmen*	%
1-ая — от 0 до 2 лет *1st — 0 to 2 years*	4	23,5
2-ая — от 2 до 4 лет *2nd — 2 to 4 years*	5	29,4
3-я — от 4 до 6 лет *3-d — 4 to 6 years*	3	17,6
4-ая — от 6 до 8 лет *4th — 6 to 8 years*	2	11,7
5-ая — более 8-ми лет *5th — more than 8 years*	3	17,6
Итого: *Total*	17	100

Во время исследования фиксировались травмы, полученные на учебно-тренировочных занятиях и соревнованиях. Были проанализированы условия проведения и организация 5 соревнований (студенческая волейбольная лига России; чемпионат Ростовской области среди ВУЗов; чемпионат Южного федерального округа среди ВУЗов; кубок Ростовской области и чемпионат Ростовской области) по волейболу, в которых принимали участие спортсмены из исследуемых групп.

На основе проведенного авторами анализа медицинских карт исследуемых групп спортсменов в таблице 3 систематизированы данные по количеству полученных спортсменами сборной команды ДГТУ по волейболу травм.

During the study, the authors have recorded injuries at training sessions and competitions. They have analyzed the conditions for conducting and organization of 5 volleyball competitions (student volleyball league; the championship of the Rostov region among universities; the championship of the Southern federal district among high schools; the Cup of Rostov region and the Rostov region championship), which were attended by sportsmen from the studied groups.

Based on the conducted by the authors analysis of medical records of the examined groups of sportsmen table 3 provides systematic data according to the number of injuries got by the sportsmen DGTU combined volleyball team.

Таблица 3
Table 3

Распределение травм у спортсменов сборной команды ДГТУ по волейболу (в %)

The distribution of injuries among sportsmen of DSTU combined volleyball team (%)

Суставы *Joints*	1 гр. *1 gr.*		2 гр. *2 gr.*		3 гр. *3 gr.*		4 гр. *4 gr.*		5 гр. *5 gr.*		Всего *Total*	
	кол. *Number*	%	кол. *Number*	%	кол. *Number*	%	кол. *Number*	%	кол. *Number*	%	кол. *Number*	%
Плечевой *Shoulder*	2	20	3	21.4	0	0	0	0	1	14.2	6	15
Пальцы *Fingers*	4	40	4	28.5	3	37.5	2	66.6	1	14.2	14	35
Реберно-позвоночный *Costovertebra*	2	20	2	14.2	1	12.5	0	0	1	14.2	4	10
Коленный *Knee*	0	0	0	0	1	12.5	1	33.3	2	28.5	4	10
Голеностопный *Ankle*	2	20	3	21.4	1	12.5	0	0	2	28.5	8	20
Лучезапястный *Wrist*	0	0	2	14.2	2	25	0	0	0	0	4	10
ИТОГО *TOTAL*	10	100	14	100	8	100	3	100	7	100	40	100

Наблюдения показали, что по частоте травмы распределились следующим образом: травмы суставов пальцев на 1-ом месте (35 %), на 2-ом — травмы голеностопных суставов (20 %), далее следуют травмы реберно-позвоночных суставов (10 %), травмы лучезапястных суставов (10 %), травмы коленных суставов (10%). Эти данные не противоречат общеизвестной статистике по спортивному травматизму.

Анализ полученных данных указывает на то, что среди изучаемых групп спортсменов с увеличением стажа количество и тяжесть травм уменьшаются. Также авторами собраны данные по статистике травм сборной команды ДГТУ в отношении зависимости «амплуа волейболиста — игровая часть тела» (таблица 4). Это сделано для того, чтобы выяснить, игроки какого амплуа наиболее подвержены травмам.

The observations have shown that the frequency of traumas are as follows: injury of finger joints is on the 1st place (35 %), on the 2nd — injury of ankle joints (20 %), followed by injuries of costovertebral joints (10 %), injuries of wrists (10 %), injuries of knees (10%). These data do not contradict the well-known statistics on sports injuries.

The analysis of the data indicates that among the studied groups of sportsmen the number and severity of injuries reduces with increasing experience. The authors have also collected data on injuries statistics of DSTU combined team in respect of dependency of "the role of a volleyball player — the playing part of the body" (table 4). This is done in order to find out the players with the role most prone to injury.

Таблица 4
Table 4

Статистическая вероятность травм сборной команды ДГТУ
по волейболу в отношении зависимости «амплуа волейболиста — игровая часть тела»

The statistical probability of injuries of DSTU combined volleyball team in respect of dependency of "the role of a volleyball player — the playing part of the body"

Множество амплуа *J* *Set of roles J*		Множество частей тела *I* *Set of parts of the body I* $П = \{\pi_i\},\ i = 1,2,\ldots,I$					
		1	2	3	4	5	6
		Плечо *Shoulder*	Пальцы *Fingers*	Спина *Back*	Колени *Knees*	Голеностоп *Ankle*	Запястье *Wrist*
Центральный блокирующий *Center blocker*	1	50 %	100 %	100 %	50 %	50 %	0 %
Связующий *Setter*	2	0 %	100 %	0 %	0 %	50 %	100 %
Доигровщик *Outside hitter*	3	20 %	80 %	40 %	20 %	60 %	0 %
Диагональный нападающий *Diagonal spiker*	4	66 %	33 %	33 %	33 %	66 %	0 %
Либеро *Libero*	5	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	66 %

Таблица 5
Table 5

Длительность нетрудоспособности при травмировании спортсмена в отношении зависимости «амплуа волейболиста — игровая часть тела»

Duration of disability in case of injury of a sportsman according to the dependency "the role of a volleyball player — the playing the part of the body"

Множество амплуа *J* *Set of roles J*		$T = \{\tau_i\},\ i = 1,2,\ldots I$, суток $T = \{\tau_i\},\ i = 1,2,\ldots I$, days					
		1	2	3	4	5	6
		Плечо *Shoulder*	Пальцы *Fingers*	Спина *Back*	Колени *Knees*	Голеностоп *Ankles*	Запястье *Wrists*
Центральный блокирующий *Center blocker*	1	10–15	25–30	21–25	45–60	10–15	7–10
		15–25	30–40	35–40	60–90	15–25	20–28

Связующий *Setter*	2	0	25–30	0	0	10–15	7–10
		0	30–40	0	0	15–25	20–28
Доигровщик *Outside hitter*	3	10–15	25–30	21–25	45–60	10–15	0
		15–25	30–40	35–40	60–90	15–25	0
Диагональный нападающий *Diagonal spiker*	4	10–15	25–30	21–25	45–60	10–15	0
		15–25	30–40	35–40	60–90	15–25	0
Либеро *Libero*	5	0	25–30	0	0	0	7–10
		0	30–40	0	0	0	20–28

На основании международной классификации болезней МКБ–10 для класса XIX (травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействий внешних причин) были учтены ориентировочные сроки нетрудоспособности при травмах спортсменов. При этом за основу были взяты самые распространенные травмы волейболистов (с осложнением и без осложнения), а именно — растяжение и перенапряжение капсульно-связочного аппарата плечевого сустава; вывих пальца; растяжение и перенапряжение капсульно-связочного аппарата на уровне запястья; растяжение, разрыв и перенапряжение передней и задней крестообразной связки коленного сустава; разрыв, растяжение и перенапряжение связок голеностопного сустава; растяжение и перенапряжение капсульно-связочного аппарата поясничного отдела позвоночника (таблица 5).

В таблицах приведены результаты исследования травм волейболистов сборной команды ДГТУ в период с 2015 по 2017 год. Данные по некоторым амплуа заметно различаются из-за количества участников в данном амплуа, а также из-за характера их действий на площадке.

На основании вышеприведенных данных оказалось возможным рассчитать интегральный риск травмирования волейболистов разных амплуа [5]:

Based on the international classification of diseases ICD–10 for class XIX (injury, poisoning and certain other consequences of external causes) duration of disability at injuries of sportsmen have been considered. This has been based on the most common injuries of volleyball players (with complications and without complications), they are - tension and overexertion of capsular-ligament apparatus of shoulder joint; dislocated finger; tension and overexertion of capsule-ligament apparatus of wrist; tension, tear and strain of the anterior and posterior cruciate ligament of knee; tear, tension and overexertion of ankle; tension and overexertion of capsule and ligaments of lumbar spine (table 5).

The table below shows the results of the study of volleyball players' injuries of DSTU combined team from 2015 to 2017. The data on some roles differ markedly due to the number of participants in this role, and due to the nature of their actions on the court.

On the basis of the above data, it was possible to calculate the integral risk of injury to volleyball players of different roles [5]:

$$R^{j}{}_{U} = \Sigma\{\Pi \cdot T\}_{j} = \sum_{i=I}^{ij}\{\pi_{i} \times \tau_{i}\}_{j}$$
$$i = 1,2,\ldots I, \qquad (1)$$

где П, Т — множество возможностных мер реализации вершинных исходов; π_{ij} — возможностная мера *i*-ой части тела *j*-го амплуа; τ_{ij} — продолжительность восстановления после *i*-ой травмы волейболиста *j*-го амплуа.

Исходя из полученных данных рассчитано время (в сутках) нетрудоспособности волейболистов ДГТУ разных амплуа (таблица 6).

$$R^{j}{}_{U} = \Sigma\{\Pi \cdot T\}_{j} = \sum_{i=I}^{ij}\{\pi_{i} \times \tau_{i}\}_{j}$$
$$i = 1,2,\ldots I, \qquad (1)$$

where П, Т — the set of possibilistic measures of implementation of the summit outcomes; π_{ij} is the possibilistic measure of the i-th body part of the j-th role; τ_{ij} is the time to recover from the i-th injury of a volleyball player of the j-th role.

Based on the data the authors have calculated time (in days) of disability of DSTU volleyball players of different roles (table 6).

Таблица 6
Table 6

Время нетрудоспособности волейболистов разных амплуа сборной ДГТУ
Time of disability of volleyball players of different roles of DSTU combined team.

Множество амплуа *J* *Set of roles J*	T = { τ_i }, *i* = 1,2,...*I*, суток T = { τ i }, i = 1,2,…I, days						Итог *Total*
	Плечо *Shoulder*	Пальцы *Fingers*	Спина *Back*	Колени *Knees*	Голеностоп *Ankle*	Запястье *Wrist*	
Центральный блокирующий *Center blocker*	5	25	21	23	5	0	79
	13	40	40	45	13	0	151
Связующий *Setter*	0	25	0	0	5	7	37
	0	40	0	0	13	28	81
Доигровщик *Outside hitter*	2	20	9	9	6	0	46
	5	35	16	18	15	0	89
Диагональный нападающий *Diagonal spiker*	7	9	7	15	7	0	45
	17	14	14	30	17	0	92
Либеро *Libero*	0	25	0	0	0	7	32
	0	40	0	0	0	28	68

Из полученных результатов очевидно, что амплуа центрального блокирующего самое травмоопасное — для него характерны травмы спины, пальцев, плеч, коленей и голеностопа. Это связано с тем, что действия игрока этого амплуа самые разнообразные и «хаотичные» на площадке — постоянное нападение или его имитация, перемещение игрока на край сетки для постановки организованного блока и т. д. Существенное количество травм происходит при приземлении игроков на сетке, как в офи-

From the obtained results, it is evident that center blocker role is the most traumatic — it is also characterized by back injuries, injuries of fingers, shoulders, knees and ankles. This is due to the fact that the actions of the player of this role are the most diverse and "chaotic" on court — constant attack or its simulation, moving to a net edge for an organized block, etc. A significant number of injuries occur when players land on the

циальных матчах, так и на тренировках. Это особенно характерно для очных дуэлей центральных блокирующих, когда, опускаясь после прыжка, они приземляются друг другу на голеностоп. Также необходимо отметить, что у игроков данного амплуа «баскетбольный рост» и высокая мощность мышц, которая порождает огромную силу. При резкой смене направления движения (быстрый рывок в сторону мяча, прыжок к сетке) это обстоятельство повышает риск травмы. Высокие волейболисты часто страдают от травм коленных суставов, позвоночника (из-за выраженного центра тяжести).

Результаты проведенного исследования показали, что в основе происхождения спортивных травм лежат объективные и субъективные факторы, каждый из которых в одном случае может быть причиной повреждения, а в другом — условием его возникновения.

3. Логико-возможностное оценивание травмирования волейболистов на примере блокирующего.

3.1. Постановка задачи. Задачу логико-возможностного оценивания травмирования и отказа от игры волейболиста определенного амплуа сформулируем на основе [6–9]. Основными происшествиями с волейболистами являются травмы отдельных частей тела, а также суммарный эффект их накопления и реализации. Травмы и эффекты от «предысторий» травмирования для волейболиста с определенным амплуа, как во время игры, так и после её завершения определяют как факт выхода из игры (отказ от игры), так и заболевание спортсмена.

Например, применительно к блокирующему, в системе «волейбольная команда — игра с соперником — площадка — сетка» такими исходами наиболее часто являются либо отдельно полученные травмы голеностопа, плеча, колена, спины, пальцев, рук, либо их сочетание.

События — исходы травмирования спортсмена (волейболиста *j*-го амплуа) условно назовем элементарными предпосылками выхода из

net, both during the official matches and training. This is especially true for face-to-face duels of central blockers getting down after a jump, they land on each other's' ankles. It should also be noted that players of this role are of "basketball height" and high power of the muscles, which generates a huge force. At a sudden change of direction (quick dash towards the ball, jump to the net) this fact increases the risk of injury. High volleyball players often suffer from injuries of knees, spine (due to the center of gravity).

The results of the study showed that the basis for the origin of sports injuries are objective and subjective factors, each of which in one case may be the cause of the damage, and, in the other – the condition for its occurrence.

3. Logical-possibillistic assessment of injuries to players on the example of a blocker.

3.1. Statement of the problem. The task of logical-possibillistic assessment of injuries and the refusal to play from a player of a particular role we will formulate based on [6-9]. The main accidents with volleyball players are injuries to individual body parts, as well as the aggregate effect of their accumulation and implementation. Injuries and effects from the "background" of injuries to a volleyball player of a specific role, as during the game and after its completion are defined as the fact of leaving the game (refusing to play), and medical problem of a sportsman.

For example, for a blocker, in the system "volleyball team — game with a competitor — net" the most often outcomes are separate injuries of an ankle, shoulder, knee, back, fingers, hands, or their combination.

The events — the outcomes of an injury to a sportsman (volleyball player of the j-th role) we will call the basic prerequisites for game quit,

игры, которые обозначим множеством X

$$X_j=\{x_i\}_j, \quad (2)$$

где $i=1,2,...,I$ есть переменная (номер) исхода из множества I_j, описывающегося как множество травм отдельных частей тела, так и множество их комбинаций и сочетаний применительно к спортсмену j-го вида амплуа, то есть $j=1,2,...J$.

Заметим, что при выполнении условия нормировки можно записать:

$$X_j=\{x_i\}_j=\{x_{ij}\}. \quad (3)$$

События — варианты отказов спортсмена от дальнейшей игры назовем вершинными исходами и обозначим множеством вида:

$$Y=\{y_j\},\ j=1,2,...,J. \quad (4)$$

Рассмотрим самый простой случай — один вершинный исход, логическая модель которого описывается булевой функцией вида:

$$y_1=F_1(X=\{x_i\},\ i=1,2,...,I). \quad (5)$$

Этот вершинный исход (отказ спортсмена от дальнейшей борьбы) зависит от вида и степени тяжести последствий от элементарных травм частей тела и их комбинаций и в общем случае носит сложный и неявный характер. Требуется определить вид логической функции отказа спортсмена от дальнейшей игры вследствие получения травм из множества X (5), преобразовать её в возможностную форму $ПF_1(\{\pi_i\})$ и оценить (рассчитать) возможностную меру отказа игрока от дальнейшей борьбы.

Проанализируем возможные варианты решения поставленной задачи, которые зависят от наличия исходных данных, полноты их представления и достоверности описания.

which we denote as a set

$$X_j=\{x_i\}_j, \quad (2)$$

where i=1,2,...,I is a variable (number) of the outcome of I_j set, describing a set of injuries to individual body parts and their multiple combinations and combinations with regard to a sportsman of the j-th role, that is, j=1,2,...J.

Let us note that if the condition of normalization is fulfilled, then we can write

$$X_j=\{x_i\}_j=\{x_{ij}\}. \quad (3)$$

The events — refusal of a sportsman to play further let us call vertex outcomes and denote them as a set of the kind:

$$Y=\{y_j\},\ j=1,2,...,J. \quad (4)$$

Let us consider the simplest case — single vertex outcome, the logic model of which is described by Boolean function of the form:

$$y_1=F_1(X=\{x_i\},\ i=1,2,...,I). \quad (5)$$

This outcome (refusal of a sportsman to play further) depends on the type and severity of consequences from elementary injuries of body parts and their combinations and in general is complex and implicit. It is needed to define the logical function of refusal of a sportsman to play further due to the injury of X set (5), converting it to possibilistic form $ПF_1(\{\pi_i\})$ and estimate (calculate) possibilistic measure of refusal of a sportsman to play further.

Let us analyze possible solutions to the set task that depend on the availability of the source data, completeness of its submission and accuracy of its description.

3.2. Теоретическое решение задачи. Возможностные меры π_i предпосылок происшествия могут быть найдены на основании представления параметров воздействия *s* и восприимчивости *r* как нечеткие величины. Например, для условия (y_1=1), если известна логическая функция отказа, можно получить следующее выражение:

$$\pi(y_1=1)=Pos(y_1=1)=Pos(F_1(X=\{x_i\}, i=1,2,\ldots,I)=\Pi F_1(\{\pi_i\}, i=1,2,\ldots,I). \quad (6)$$

При этом множество известных или установленных значений возможностных мер травм представлено в виде зависимостей:

$$\Pi=\{\pi_i\},\ i=1,2,\ldots I, \quad (7)$$

где

$$\pi_i = Pos(x_i = 1) = Pos(s_i \geq r_i)$$

— элементарная возможностная мера *i*-ой травмы, которую определяют с помощью параметрической модели: «нечеткое воздействие s_i превышает нечеткую восприимчивость r_i».

Заметим, что нахождение зависимости $F_1(X=\{x_i\},\ i=1,2,\ldots,I)$ представляет собой отдельную задачу, которая будет рассмотрена ниже.

3.3. Решение задачи расчетно-экспериментальным способом. Рассматриваются следующие основные воздействующие факторы (игровые воздействия):

- штатное воздействие при блоке: удар мячом по пальцам, ногам, плечу;
- нештатное воздействие: удар соперником по ногам, рукам, плечу или подворот голеностопа при приземлении на стопу соперника.

При решении будут использованы следующие критерии (условия травмирования частей тела) и математические операции:

1) критерии травмирования любой части тела (параметрические критерии элементарной травмы):

s — параметр штатного или нештатного воздействия;

r — параметр восприимчивости частей тела к воздействиям (как штатным, так и нештатным);

2) операция «логическое и» ($\wedge$) замещается операцией (*min*) из сигнатуры четких и нечет-

3.2. Theoretical solution to the problem. Possibilistic measures π_i of prerequisites of an incident can be found by the impact parameter s and the sensitivity r as fuzzy values. For example, for the condition (y_1=1) if we know the logical refusal function, we can obtain the following expression:

$$\pi(y_1=1)=Pos(y_1=1)=Pos(F_1(X=\{x_i\}, i=1,2,\ldots,I)=\Pi F_1(\{\pi_i\}, i=1,2,\ldots,I). \quad (6)$$

Where a set of known or specified values of possibilistic measures of injuries is represented in the form of dependencies:

$$\Pi=\{\pi i\},\ i=1,2,\ldots I, \quad (7)$$

where

$$\pi_i=Pos(x_i=1)=Pos(s_i\geq r_i)$$

— elementary possibilistic measure of the i-th injury, which is determined by the parametric model, "the fuzzy impact s_i is more than the fuzzy susceptibility r_i".

Let us note that the determination of the dependency $F_1(X=\{x_i\},\ i=1,2,\ldots,I)$ is a separate task, which will be further discussed.

3.3. The problem solution by calculation and experimental method. We consider the following factors (game impacts):

-standard impact at blocking: the ball hits the fingers, legs, shoulder;

-non-standard impact: hitting the opponent in the legs, arms, shoulder or twisting the ankle when landing on the foot of the opponent.

The solution will include the following criteria (conditions of injury to body parts) and mathematical operations:

1) criteria of injury to any part of the body (parametric criteria of a basic trauma):

s — parameter of standard or non-standard impact;

r — parameter of susceptibility of parts of the body to impacts (both standard and non-standard);

2) the operation "logical and" ($\wedge$) is replaced by

ких множеств:

$$\wedge \rightarrow \min;$$

3) операция «логическое или» ($\vee$) замещается операцией (*max*) из сигнатуры четких и нечетких множеств:

$$\vee \rightarrow \max;$$

4) штатное или нештатное травмирующее воздействие в общем случае учитывается как дизъюнкция воздействий:

$$s = s_1 \vee s_2. \quad (8)$$

Задача определения параметров воздействия и восприимчивости спортсмена при травмировании может быть решена с помощью применения средств измерения и мониторинга, например, на основе датчиков ускорения и деформации.

Установим вид логической модели выхода из строя спортсмена методом интервального анализа. Для этого выход блокирующего из игры представляют в общем виде следующей функцией:

$$y = (\{\vee \wedge \quad \} x \rightarrow F(x), \quad (9)$$

$$x = \{x_i\}, x_i = 1, \text{если } s_i > r_i,$$

где в выражении (9) представлено множество логических моделей, включая искомую, определяемую формулой (5).

Уточним условия выхода спортсмена из игры по причине получения повреждения. Для этого требуется конкретизировать зависимость (5) и построить логическую модель вывода блокирующего из игры (10):

$$y_1 = F_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6). \quad (10)$$

Найдем решения задачи с помощью введения двух граничных условий при следующих допущениях:

1) любая травма любой части тела приводит к выводу спортсмена из строя.

Обозначим это граничное условие как «верхнее» и получим следующий вид логической модели:

the operation (min) from the signatures of crisp and fuzzy sets:

$$\wedge \rightarrow \min;$$

3) the operation "logical or" ($\vee$) is replaced by the operation (max) from the signatures of crisp and fuzzy sets:

$$\vee \rightarrow \max;$$

4) standard or non-standard traumatic impact in general is treated as the disjunction of actions:

$$s = s_1 \vee s_2. \quad (8)$$

The problem of determination of the parameters of an impact and susceptibility of a sportsman at an injury can be solved by measurement and monitoring, for example, based on acceleration and strain sensors.

Let us determine a logical model of a sportsman refusal by the method of interval analysis. For this, a blocker refusal is represented in general by the following function:

$$y = (\{\vee \wedge \quad \} x \rightarrow F(x), \quad (9)$$

$$x = \{x_i\}, x_i = 1, \text{если } s_i > r_i,$$

where in the expression (9) there is a set of logical models, including the required one, defined by formula (5).

Let us check the conditions of refusal of a sportsman to play further because of an injury. For this we need to specify the dependence (5) and construct a logical model of a blocker refusal to play further (10):

$$y_1 = F_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6). \quad (10)$$

Let us find the solution to the problem by introducing two boundary conditions in the following assumptions:

1) any trauma to any part of the body leads to refusal of a sportsman to play further.

We denote this boundary condition as "upper" and get the following logical model:

$$y_1^{(\text{в})} = \vee x_i \rightarrow \prod_1^{(\text{в})}(y_1 = 1) = max_{i-1}^{6}(\pi_i), i = 1,6 \quad (11)$$

2) выход спортсмена из борьбы произойдет только при получении им всех (в данном варианте шести) травм. Назовем это граничное условие «нижним», при котором логическая модель выхода спортсмена из борьбы имеет вид:

2) the refusal of a sportsman to play further will only happen when he gets all (in this case six) injuries. We call this boundary condition as "bottom" in which the logical model of refusal of a sportsman to play further:

$$y_1^{(\text{н})} = \wedge x_i \rightarrow \prod_1^{(\text{н})}(y_1 = 1) = min_{i-1}^{6}(\pi_i), i = 1,6. \quad (12)$$

Искомое решение как логическую функцию находят при следующем условии: спортсмен «как эксперт» в ходе игры сам определяет момент выхода из состязания при получении нескольких зафиксированных травм, приводящих его к состоянию отказа от дальнейшей борьбы:

$$y_1 = F_z(x_i), i = 1{,}6 \rightarrow \prod_1^z (y = 1) = \begin{Bmatrix} max \\ min \end{Bmatrix} (\pi_i). \quad (13)$$

Таким образом вид функции (10) может быть определен на основе преобразования полученной экспериментально логической функции $F_z(x)$. При этом значения $\{\pi_i\}$ определяют либо по статистическим данным, приведенным в таблицах 2–6, либо апостериорно по самочувствию спортсмена или значениям параметров воздействующих факторов.

Пример решения прикладной задачи. При проведении соревнования блокирующий может получить три травмы (x_2, x_1, x_4), которые способны привести к отказу спортсмена от дальнейшей борьбы. Требуется определить возможностную меру отказа спортсмена от дальнейшей борьбы и её границы. Для решения поставленной задачи найдем логическую модель отказа спортсмена от дальнейшей борьбы:

$$y_1 = x_2 \wedge x_1 \wedge x_4. \quad (14)$$

Преобразуем выражение (14) в возможностную форму:

$$Pos(y_1=1) = min(\pi_3, \pi_1, \pi_4). \quad (15)$$

Выбирая из таблицы 1 значения возможностных мер травм блокирующего и подставляя в формулу (15), получим:

$$\Pi_1(3–1–4) = min(0.11, 0.11, 0.18) = 0.11.$$

На основании выражений (11) и (12) и данных таблицы 1 получим следующие граничные значения возможностной меры отказа спортсмена от дальнейшей борьбы: $\Pi^{max}(y_1=1)=0.18$; $\Pi^{min}(y_1=1)=0.11$.

Следует заметить, что в данном решении не учитывается последовательность и обстоятельства получения возможных травм конкретного блокирующего.

The solution as a logical function is found under the following conditions: the sportsman "as an expert" in the course of the game itself determines the moment of refusal to play further when getting a few recorded injuries, leading him to a state of refusal to play further:

Thus, the function (10) can be determined on the basis of conversion of the experimentally obtained logical function $F_z(x)$. The values $\{\pi_i\}$ are determined either by the statistics given in tables 2-6, or a posteriori according to the well-being of a sportsman or the values of the parameters of influencing factors.

An example of an applied problem solution. During competition a blocker can get three injuries (x_2, x_1, x_4), which can lead to a refusal of a sportsman to play further. We need to determine the possibilistic measure of refusal a sportsman to play further and its borders. To solve the problem we find a logical model of refusal a sportsman to play further:

$$y_1 = x_2 \wedge x_1 \wedge x_4. \quad (14)$$

Let us convert the expression (14) in a possibilistic form:

$$Pos(y_1=1) = min(\pi_3, \pi_1, \pi_4). \quad (15)$$

By selecting from table 1 the values of possibilistic measures of injuries of a blocker and substituting them in the formula (15), we get:

$$\Pi_1(3–1–4) = min(0.11, 0.11, 0.18) = 0.11.$$

On the basis of expressions (11) and (12) and table 1 we get the following boundary values of possibilistic measures of refusal a sportsman to play further: $\Pi^{max}(y_1=1)=0.18$; $\Pi^{min}(y_1=1)=0.11$.

It should be noted that the decision does not take into account the sequence and circumstances of getting possible injuries by a blocker.

3.4. Решение задачи экспериментальным способом. Данный способ решения является развитием предыдущего метода интервального анализа и основан на фиксации реакций и поведения травмированного спортсмена, который самостоятельно или по согласованию с тренером заявляет об отказе от дальнейшей игры.

Целью разработки способа является повышение достоверности и полноты анализа и оценивания показателей безопасности и травмирования. Рассмотрим решение задачи способом 3 на примере блокирующего в системе «игрок — площадка — соперник — сетка». Считается, что спортсмен играет: а) весь сет; б) всю игру. Кроме того, учитывается, что блокирующий может играть в одном из двух режимов волейбольного сета: проходит весь круг, либо играет только у сетки с заменой на либеро.

На основе априорной статистики (таблица 3) учитывается, что травмируются следующие игровые части тела блокирующего: голеностоп (i=1); плечо (i=2); спина (i=3); пальцы (i=4); руки (i=5); колени (i=6). Эти игровые части тела блокирующего (как спортсмена под номером j=1) описаны множеством:

$$I_j=\{i=1, 2,\ldots,6\}. \quad (16)$$

При таком способе решения алгоритм определения состояния спортсмена и способности продолжать борьбу в общем виде представляют логической моделью — дизъюнктивно-конъюнктивной функцией от булевых аргументов:

$$y = (\{\vee\wedge\}x \to F(x),$$

где для исхода j=1 это есть функция

$$y_1 = F_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6), \quad (17)$$

причем булева функция F_1 (.) и есть искомое решение задачи.

3.4. The solution to the problem by the experimental method. This method of solution is an evolution of the previous method of interval analysis and is based on the recording of reactions and behaviour of an injured sportsman, who independently or together with his coacher declares about the refusal to play further.

The objective of the method is to increase the accuracy and completeness of the analysis and the assessment of safety performance and injury. Let us consider the solution to the problem by method 3 on the example of a blocker in the system "player — court — competitor — net". It is believed that a sportsman is playing: a) the whole set; b) the entire game. We also take into account that a blocker can play in one of two modes of a volleyball set: the whole circle or only plays at the net, replacing a libero.

Based on a priori statistics (table 3) we take into account that the following parts of the body of a blocker are injured: ankle (i=1); shoulder (i=2); back (i=3); fingers (i=4); arms (i=5); knees (i=6). These playing parts of the body of a blocker (as a sportsman under the number j=1) are described by the set:

$$I_j=\{i=1, 2,\ldots,6\}. \quad (16)$$

With this method the solution algorithm of determination of a sportsman condition and the ability to continue the fight in general is represented by a logical model - a disjunctive-conjunctive function of Boolean arguments:

$$y = (\{\vee\wedge\}x \to F(x),$$

for the outcome where j=1 it is a function of

$$y_1 = F_1(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6), \quad (17)$$

moreover, a Boolean function F_1 (.) is the sought solution of the problem.

Пример решения прикладной задачи. При проведении соревнования блокирующий последовательно получил три травмы x_2, x_1, x_6, причем последняя привела к отказу от дальнейшей борьбы. Требуется определить априорное значение возможностной меры отказа спортсмена от дальнейшей борьбы и установить значение расчетной погрешности.

Для решения задачи построим логическую модель отказа спортсмена от дальнейшей борьбы:

$$y_1=(x_2\vee x_1)\wedge x_6. \quad (18)$$

Преобразуем в возможностную форму:

$$Pos(y_1=1)=min(max(\pi_3, \pi_1), \pi_4). \quad (19)$$

Из таблицы 1 выбираем значения возможностных мер травм блокирующего и, подставляя в формулу (19), получаем:

$$\Pi_1(1–2–6)=min(max(\pi_1, \pi_2), \pi_6)=min(max(0.11, 0.21), 0.07)=0.07.$$

Таким образом, априорное значение возможностной меры равно 0.07, однако при экспериментальном способе получено значение, равное 0.18. Из полученных результатов следует, что абсолютная погрешность расчета возможностной меры находится в интервале значений от 0 до 0.11. Следовательно, на основании оценки возможностной меры выхода из строя блокирующего во время соревнований или тренировок с помощью расчётно-экспериментального способа может быть достигнута наибольшая достоверность, что позволит снизить последующий возможный риск.

An example of the applied problem solution. During the competition a blocker got consistently three injuries x2, x1, x6, and the latter led to the refusal to play further. It is required to determine an a priori value of a possibilistic measure of the refusal of a sportsman to play further and determine the value of the estimated error.

To solve the problem we will construct a logical model of the refusal of a sportsman to play further:

$$y_1=(x_2\vee x_1)\wedge x_6. \quad (18)$$

Let us convert it to a possibilistic form:

$$Pos(y_1=1)=min(max(\pi_3, \pi_1), \pi_4). \quad (19)$$

From table 1 we choose the values of possibilistic measures of a blocker's injuries and by substituting them in formula (19), we get:

$$\Pi_1(1–2–6)=min(max(\pi_1, \pi_2), \pi_6)=min(max(0.11, 0.21), 0.07)=0.07.$$

Thus, the a priori value of possibilistic measure is equal to 0.07, however, by the experimental method, we have obtained a value of 0.18. From the obtained results follows that the absolute error of calculation of possibilistic measures is in the range of values from 0 to 0.11. Therefore, based on the evaluation of possibilistic measure of the refusal of a blocker during competition or training by using the experimental method we can achieve the greatest accuracy, which will reduce future risk.

Биографический список.

1. Физическая реабилитация и спортивная медицина / С. М. Черепок [и др.]. — Запорожье : ЗДМУ, 2011. — 160 с.

2. Абрамов, В. В. Лечебная физкультура и спортивная медицина / В. В. Абрамов, В. В. Клапчук, О. Л. Смирнова. — Днепропетровск : Медакадемия, 2006. — 179 с.

3. Спортивные травмы. Основные принципы

References

1. Cherepok, S.M. et al. Fizicheskaya reabilitatsiya i sportivnaya meditsina. [Physical rehabilitation and sports medicine.] Zaporozhe, ZDMU, 2011, 160 p. (in Russian).

2. Abramov, V.V., Klapchuk, V.V., Smirnova, O.L. Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina. [Physiotherapy exercises and sports medicine.] Dnepropetrovsk, Medakademiya, 2006, 179 p. (in Russian).

3. Sportivnye travmy. Osnovnyebprintsipy profilaktiki i lecheniya. ed. by Rastrem, P.A.F.K. [Sports injuries. Basic principles of prevention

профилактики и лечения / под общей ред. П. А. Ф. Х. Растрема. — Киев : Олимпийская литература, 2002. — 430 с.

4. Майкели, Л. Энциклопедия спортивной медицины / Л. Майкели, М. Дженкинс. — Санкт-Петербург : Лань, 2003. — 360 с.

5. Гаенко, В. П. Методологические аспекты теории безопасности сложных систем / В. П. Гаенко. — Санкт-Петербург : НИЦ БТС, 2004. — 194 с.

6. Есипов, Ю. В. Разработка алгоритма расчета вероятностного показателя безопасности технической системы «защита — объект — среда» [Электронный ресурс] / Безопасность техногенных и природных систем. — 2017. — № 1. — Режим доступа : http : // bps-journal.ru / publications / 2016 / 1-2017 (дата обращения : 01.10.17).

7. Джиляджи, М. С. Разработка и применение параметрической модели «воздействие — восприимчивость» на примере оценки показателей электрической безопасности / М. С. Джиляджи, Н. С. Маматченко // Системы обеспечения техносферной безопасности : сб. докл. III Всероссийск. науч. конф. — Таганрог, 2016. — С. 132–133.

8. Маматченко, Н. С. Логико-возможностная оценка травмирования в игровых видах спорта / Н. С. Маматченко, А. Г. Дурноян. // 12 ежегодная науч. конф. студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН : сб. докл. — Ростов-на-Дону, 2016. — С. 194–195.

9. Есипов, Ю. В. Разработка логико-возможностного алгоритма оценки риска критических инфраструктур / Ю. В. Есипов, М. С. Джиляджи, Н. С. Маматченко // Безопасность

and treatment.] Kiev, Olimpiyskaya literatura, 2002, 430 p. (in Russian).

4. Maykeli, L., Dzhenkins, M. Entsiklopediya sportivnoy meditsiny. [Encyclopedia of sports medicine.] St. Petersburg, Lan', 2003, 360 p. (in Russian).

5. Gaenko, V.P. Metodologicheskie aspekty teorii bezopasnosti slozhnykh sistem. [Methodological aspects of the theory of security of complex systems.] St. Petersburg, NITS BTS, 2004, 194 p. (in Russian).

6. Esipov, J.V. Razrabotka algoritma rascheta veroyatnostnogo pokazatelya bezopasnosti tekhnicheskoy sistemy “zashchita – ob’ekt - sreda”. [Development of calculation algorithm of the probabilistic factor of safety of technical systems "protection — object — environment".] Bezopasnost’ tekhnogennykh i prirodnykh system, 2017, no. 1. Available at: http : // bps-journal.ru / publications / 2016 / 1-2017 (in Russian).

7. Dzhilyadzhi, M.S., Mamatchenko, N.S. Razrabotka i primenenie parametricheskoy modeli “vozdeystvie – vospriimchevost’” na primere otsenki pokazateley elektricheskoy bezipasnosti. [Development and application of parametric model "influence — susceptibility" based on the example of electrical safety performance assessment.] Sistemy obespecheniya tekhnosfernoy bezopasnosti: sb. dokl. III Vserrosiysk. nauch. Konf. [Systems of ensuring technosphere safety. Coll. of works of III. All-Russian scientific conf.] Taganrog, 2016, p.132-133 (in Russian).

8. Mamatchenko, N.S., Durnoyan, A.G. Logiko-vozmozhnostnaya otsenka travmirovaniya v igrovykh vidakh sporta. [Logical-possibilistic evaluation of injury in team sports.] 12 ezhegodnaya nauch. konf. studentov i aspirantov bazovykh kafedr YUNTS RAN, sb. dokl. [The 12th annual scientific. conf. of undergraduate and graduate students of basic departments of the SSC RAS, coll. of works.] Rostov-on-Don, 2016, pp. 194-195 (in Russian).

9. Esipov, Y.V., Dzhilyadzhi, M.S., Mamatchenko, N.S. Razrabotka logiko-vozmozhnostnogo algoritma otsenki riska kriticheskikh infrastruktur. [Development of logical-possibilistic algorithm of risk assessment of critical infrastructures.] Bezopasnost’ kriticheskikh infrastruktur i territoriy: materialy VII Vserrosiysk. konf. i XVII shk. dlya molodykh uchenykh. [Safety of critical infrastructures and territories: materials of VII all-Russian. conf. and XVII school for young scientists.] Ekaterinburg, 2016,

критических инфраструктур и территорий : материалы VII Всероссийск. конф. и XVII шк. для молодых ученых. — Екатеринбург, 2016. — С. 28–32.

pp. 28-32 (in Russian).

Поступила в редакцию 05.09.2017
Сдана в редакцию 06.09.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

Received 05.09.2017
Submitted 06.09.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Маматченко Николай Сергеевич,
аспирант Донского государственного технического университета,
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
voleybol1.94@mail.ru

Есипов Юрий Вениаминович,
профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защиты окружающей среды» Донского государственного технического университета, доктор технических наук,
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
yu–yesipov5@yandex.ru

Mamatchenko Nikolay Sergeevich,
postgraduate student, Don State Technical University (Russia, Rostov–on–Don, Gagarin sq., 1)
voleybol1.94@mail.ru

Esipov Yuriy Veniaminovich,
Professor of the Department "Life safety and environmental protection," Don State Technical University, doctor of technical Sciences,
(Russia, Rostov–on–Don, Gagarin sq., 1)
yu–yesipov5@yandex.ru

УДК 614.842.2
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-64-83

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

И. А. Ващенко, Е. С. Андреева, И. С. Будыльский
Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
withspirit@mail.ru,
esameteo@mail.ru,
hot_rabbit@live.ru

Исследуются причины возникновения, особенности развития, ущербы от ландшафтных пожаров Азовского района Ростовской области за период с 2010 по 2015 гг., выявляются возможности их прогнозирования. Достижение цели исследования предполагает выполнение ряда задач. В частности, дана характеристика физико-географических условий Азовского района; проанализированы возможности прогнозирования ландшафтных пожаров. Полученные данные могут быть использованы органами власти и управления, уполномоченными решать задачи в области обеспечения пожарной безопасности. В заключении сформулированы выводы и результаты исследований. В частности, отмечено, что климатические условия и характер растительности позволяют прогнозировать число ландшафтных пожаров в Азовском районе. Для снижения соответствующих рисков в Азовском районе необходимо проводить мероприятия профилактической и хозяйственно-административной направленности. Перспективны дальнейшие поиски решения проблемы прогнозирования ландшафтных пожаров.

Ключевые слова: ландшафтные пожары, прогнозирование ландшафтных пожаров, причины ландшафтных пожаров, пожарная опасность, засушливые условия, человеческий фактор.

UDC 614.842.2
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-64-83

FORECASTING AND PREVENTION OF LANDSCAPE FIRES IN THE ROSTOV REGION

I. A. Vashchenko, E. S. Andreeva, I. S. Budylskiy
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation
withspirit@mail.ru,
esameteo@mail.ru,
hot_rabbit@live.ru

The article is devoted to the research of causes, development characteristics, damage from fires in the Azov district of the Rostov region for the period from 2010 to 2015, and the search for opportunities for their forecasting. To achieve the aim of the research means to achieve a number of goals. In particular, it gives the characteristics of physical and geographical conditions of the Azov district, the analysis of the possibility to forecast landscape fires. The obtained data can be used for decision-making by the district administration, rural settlements and state organizations authorized to solving problems in the field of fire safety. In Conclusion, the authors formulate the results of the research. In particular, it is noted, that forecasting the number of landscape fires in the Azov district is possible, given the climatic conditions and the nature of the vegetation. To reduce the risks connected with the risk of landscape fires in the Azov district, it is first necessary to carry out preventive and administrative activities. Further research of the solution to the problems of landscape fires forecasting is relevant and promising.

Keywords: landscape fires, landscape fires forecasting, landscape fires causes, fire danger, drought conditions, human factor.

Введение. Ландшафтные пожары — нередкое явление на территории Азовского района Ростовской области.

Органы власти и управления различных уровней должны прилагать усилия для решения задач по обеспечению безопасности населения и охране окружающей среды, в частности по повышению пожарной безопасности.

Ландшафтные пожары являются причиной человеческих жертв, наносят ущерб здоровью людей и окружающей среде, нарушают условия нормальной жизнедеятельности человека и причиняют значительный материальный вред. Комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС, обеспечению пожарной безопасности Ростовской области в 2015–2017 гг. указывала на повышенный уровень опасности возникновения ландшафтных пожаров [1]. В связи с этим представляется актуальным прогнозирование ландшафтных пожаров в Азовском районе, выявление закономерностей возникновения пожароопасной обстановки.

Целью данной работы является анализ возможности прогнозирования ландшафтных пожаров на территории Азовского района Ростовской области для создания условий по их недопущению и эффективной борьбы с ними.

При этом предполагается решить следующие задачи:

1) дать характеристику физико-географических условий Азовского района;

2) изучить причины, характер развития и перспективные способы ликвидации пожаров.

Полученные сведения могут быть использованы органами власти и управления, уполномоченными решать задачи в области обеспечения пожарной безопасности. В частности, информацию, представленную в данной статье, следует учесть при разработке мер, нацеленных на недопущение возникновения и развития ландшафтных пожаров, а также методов их успешной ликвидации.

В качестве исходной информации использовались архивные данные:

— Федеральной службы по

Introduction. Landscape fires — a frequent phenomenon on the territory of the Azov district of the Rostov region.

The authorities and governing bodies at various levels should make efforts to solve these tasks to ensure public safety and environmental protection, in particular to improve fire safety.

Landscape fires cause human casualties, damage to human health and the environment, violate the conditions of normal human life and cause significant material damage. The Commission for prevention and liquidation of emergencies, ensuring fire safety of the Rostov region in 2015-2017 indicated an increased level of landscape fires risk [1]. In this regard, it is relevant to forecast landscape fires in the Azov district and to identify the development regularities of fire hazardous situations.

The aim of this work is to analyze the possibility to forecast landscape fires on the territory of the Azov district of the Rostov region to create conditions for their prevention and effective suppression.

It is supposed to solve the following problems:

1) to characterize physical and geographical conditions of the Azov district;

2) to study the causes, development character and the potential ways of fire suppression.

The authorities and governing bodies, authorized to solve tasks in the field of fire safety, can use the obtained data. In particular, the information provided in this article should be considered at the development of measures aimed at preventing the occurrence and development of landscape fires and methods of their successful suppression.

The archival data used as the source of information:

— Federal service for Hydrometeorology and environmental monitoring;

— Supervisory Department of Azov city and the Azov district and HQ of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense,

гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

— Отдела надзорной деятельности по г. Азову и Азовскому району УНД и ПР ГУ МЧС России по Ростовской области;

— 24-й пожарно-спасательной части ФГКУ «5-й отряд ФПС по Ростовской области».

Физико-географические условия Азовского района Ростовской области. Азовский район является одним из крупнейших в Ростовской области и располагается на юго-западе на побережье Таганрогского залива (рис. 1).

Emergency Management and Natural Disasters Response in the Rostov region;

— 24th fire and salvage unit of the FSI "5th group of the Border Guard Service in the Rostov region".

Physical and geographical conditions of the Azov district of the Rostov region. The Azov district is one of the largest districts in the Rostov region and is located on the South-West coast of the Taganrog Gulf (Fig. 1).

Рис. 1. Географическое положение Азовского района

Fig. 1. The geographical position of the Azov district

В геологическом отношении район представлен четвертичными и современными отложениями в виде лессовидных суглинков, кварцевого песка, гальки и известняка. Имеется крупное нефтегазовое месторождение, большие песочные запасы, залежи глины, сероводородных грязей.

Район расположен на Приазовской низменной равнине. Рельеф выровненный. Тип климата умеренно-континентальный, для которого характерна умеренно мягкая, короткая зима и теплое, продолжительное лето. В летнее время континентальный воздух сильно прогревается и

Geologically, the district is represented by quaternary and modern deposits in the form of loess-like loams, quartz sand, pebbles and limestone. There is a large oil and gas field, large reserves of sand, clay, sulfurous mud.

The district is located on the Azov lowland plain. The terrain is leveled. The climate is temperate-continental, characterized by mild, short winters and warm, long summers. In the summer, continental air is warmed and transformed into tropical. Humidity of the

трансформируется в тропический. Увлажнение района в целом недостаточное, он относится к влагодефицитным и отличается низкой водообеспеченностью.

Растительный покров Азовского района состоит в основном из степей. Здесь сочетаются природные ландшафты южнорусской степи, приморских районов, заповедных участков донской дельты.

Ландшафтные пожары: характеристика и причины. На территории Азовского района существуют угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера [2]. Основными источниками ЧС являются нагонные явления и ландшафтные пожары (рис. 2).

district as a whole is insufficient, it refers to humidity-deficit and is characterized by a low available water supply.

The vegetation of the Azov district consists mostly of steppes. It combines natural landscapes of the southern Russian steppe, coastal areas, and preserved areas of the Don delta.

Landscape fires: characteristics and causes. On the territory of the Azov district there are natural and man-made emergency situations (ES) threats [2]. The main ES sources are wind-driven phenomena and landscape fires (Fig. 2).

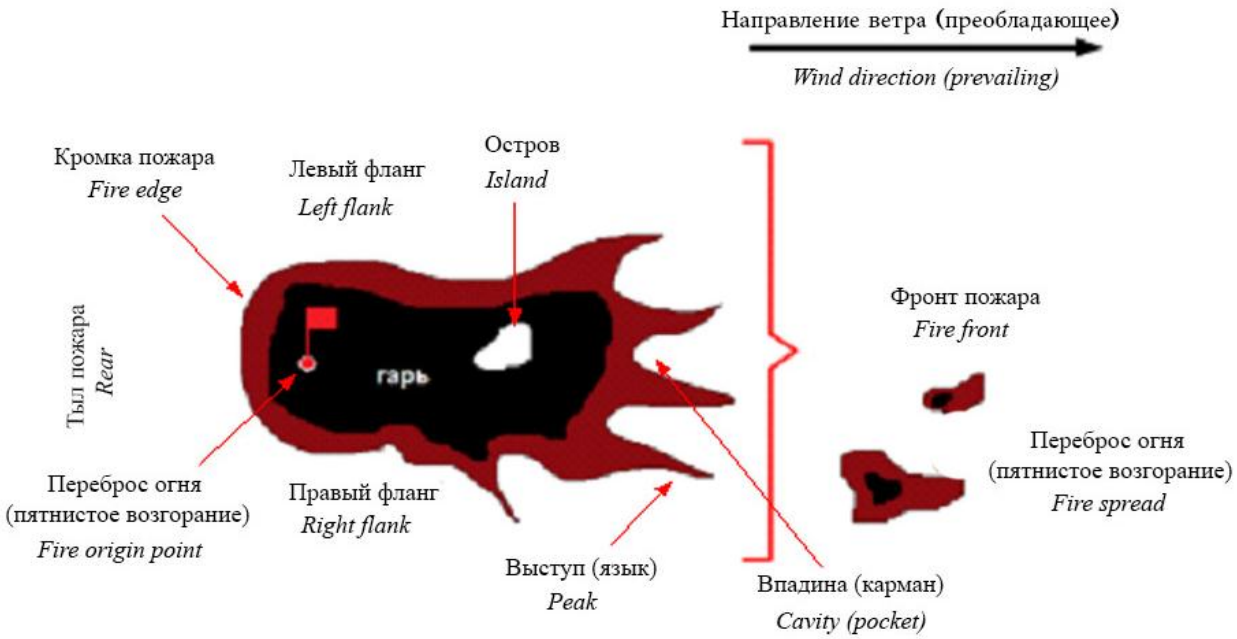


Рис. 2. Схема ландшафтного пожара

Fig. 2. Landscape fire scheme

Регулярные пожары могут быть определены как экзогенный локальный фактор, приводящий к нарушениям и трансформации экосистем. Пожары возникают по вине человека и по естественным причинам [3].

Азовский район является малолесным, на его территории преобладает в основном степная растительность.

Для степных пожаров характерна скоротечность процессов, поэтому необходимо максимально сократить время с момента

Regular fires can be defined as exogenous local factors that lead to dysfunctions and transformations of ecosystems. Fires occur due to human fault and by natural causes [3].

The Azov district is sparsely wooded, its territory is mainly occupied by steppe vegetation.

Process speed is typical for steppe fires, it is therefore necessary to minimize the time from

обнаружения возгорания до принятия мер по его тушению. Особенно важно оперативно подготовить необходимые для тушения огня средства и организовать действия пожарных [4].

Ежегодно в весенний и осенний периоды складывается пожароопасная обстановка, когда происходит массовое возгорание сухой травы, камыша. Этому способствуют малоснежная зима, жаркое засушливое лето и преобладание ветреной погоды во все сезоны.

Степные пожары распространяются в результате горения травы, злаковых культур и другой растительности. Пожар быстро расширяет фронт, линия которого может достигать нескольких десятков километров, скорость — 7 м/с. Ширина волны фронта горения при высоте 2–3 м составляет не более 1 метра. Рельеф местности и особенности пожаров — взаимозависимые факторы. С одной стороны, рельеф может определять силу и локализацию пожара. С другой — при степных пожарах гибнут молодые деревца, поэтому степные пожары приостанавливают наступление леса на степь [5].

Ежегодное выжигание сухой растительности, запрещенное на территории Ростовской области, стало одной из главных проблем весеннее-летнего пожароопасного периода.

Отметим, что жители намеренно создают очаги возгорания сухой растительности, объясняя это необходимостью освобождения территории от травы и камыша. Эти действия неоднократно приводили к невосполнимому ущербу и человеческим жертвам. При выжигании сухой растительности происходит уничтожение плодородного слоя почвы, среды обитания животного мира, загрязнение атмосферного воздуха [6].

Так, например, за 2016 год на территории Азовского района было зафиксировано 64 случая выжигания сухой растительности, общая площадь возгорания составила 48,49 га.

В табл. 1 приведены данные по выжиганию сухой растительности в Азовском районе за 2016 год [7].

the moment of fire detection to taking actions for its suppression. It is especially important to promptly prepare the necessary fire-extinguishing means and to organize the actions of firefighters [4].

Fire hazardous situations occur in spring and autumn every year when there is massive burning of dry grass and reed. Snowy winter, hot dry summer and the prevalence of windy weather in all seasons contribute to this.

Steppe fires spread as a result of burning grasses, cereal crops and other vegetation. Fire quickly extends the front line, which may reach several tens of kilometers, with the speed of 7 m/s. The width of the burning front wave at a height of 2-3 m is not more than 1 meter. The terrain and fires characteristics are interdependent factors. On the one hand, topography can determine the strength and location of a fire. On the other — steppe fires kill young trees so wildfires prevent forest invasion on steppe [5].

The annual burning of dry vegetation, prohibited on the territory of the Rostov region, has become one of the main problems of spring-summer fire hazardous period.

It should be noted, that people deliberately create dry vegetation fires, explaining the need for clearing the territory from grass and reeds. These actions often resulted in irreparable damage and casualties. Topsoil, habitat, wildlife, air pollution are destroyed at dry vegetation fires [6].

For example, in 2016 on the territory of the Azov district 64 cases of dry vegetation burning were recorded, the total area of fire amounted to 48.49 ha.

Table 1 shows the data on dry vegetation burning in the Azov district in 2016 [7].

Таблица 1
Table 1

Выжигание сухой растительности в Азовском районе за 2016 год

Table 1 shows the data on dry vegetation burning in the Azov district in 2016 [7].

Территория *Territory*	Количество случаев выжигания за период *Number of fires during the period*		Площадь возгорания за период, га *Fire area for the period, ha*	
	Всего *Overall*	Вне границ населенных пунктов *Outside the boundaries of the settlements*	Всего *Overall*	Вне границ населенных пунктов *Outside the boundaries of the settlements*
Ростовская область, всего *Including the Rostov region*	1053	725	1357.206	1319.69
В том числе Азовский район *Including the Azov district*	64	32	48.49	40.06

С целью предупреждения пожаров на территории 18 сельских поселений Азовского района в период с 1 июня по 1 ноября 2017 года был введен особый противопожарный режим, на период действия которого установлены дополнительные требования пожарной безопасности [8].

Возможности прогнозирования и борьба с ландшафтными пожарами на территории Азовского района. Анализ данных за 2010–2015 годы позволяет утверждать, что в указанный период основной причиной ландшафтных пожаров на территории Азовского района было неосторожное обращение с огнем. На втором месте — выжигание сухой растительности.

По данным комиссии по предупреждению и ликвидации ЧС, обеспечению пожарной безопасности Ростовской области, причины возникновения потенциально опасной ситуации следующие [9]:

— установление сухой погоды;

— ослабление контроля за соблюдением правил пожарной безопасности;

— отсутствие административных наказаний (в том числе штрафов) лиц, виновных в несанкционированном выжигании сухой травы, камыша и стерни;

— в некоторых районах приняты документы,

There was a special fire prevention regime for the duration of which the additional fire safety requirements were introduced to prevent fires in 18 rural settlements of the Azov district from June, 1 to November, 1 2017 [8].

Predictability and suppression of landscape fires on the territory of the Azov district. The analysis of the data for 2010-2015 suggests that during this period the main cause of fires on the territory of the Azov district was careless handling of fire. The second place takes the burning of dry vegetation.

According to the Commission for prevention and liquidation of emergency situations, fire security provision of the Rostov region, the causes of potentially dangerous situations are as follows [9]:

—dry weather;

— loosening of the control over fire safety rugulations observance;

— lack of administrative punishments (including fines) for illegal burning of dry grass, reeds and stubble;

— documents, that allow campfires are

допускающие возможность разведения костров.

По количеству ландшафтных пожаров в Азовском районе лидируют 2010 и 2014 годы: с июня по октябрь средняя температура воздуха составляла +25 ^{0}C, а среднее количество осадков было значительно ниже нормы [10].

Таким образом, можно прогнозировать ландшафтные пожары на территории Азовского района, исходя из погодно-климатических условий.

Данные за последние три года наглядно демонстрируют экономический вред, причиняемый пожарами: их ликвидация требует значительных материальных и финансовых затрат (табл. 2).

approved in some parts of the region.

2010 and 2014 are the leaders in the number of landscape fires in the Azov district: from June to October the average air temperature was +25 ^{0}C and the average rainfall was significantly below normal [10].

Thus, it is possible to forecast wild fires on the territory of the Azov district based on climatic conditions.

The data for the last three years clearly demonstrate the economic harm caused by fires: their suppression requires significant material and financial costs (table. 2).

Таблица2
Table 2

Обобщенные сведения по загораниям травы и камыша на территории Азовского района Ростовской области с 01.01.14 по 14.10.17 [11]

Summarized data on grass and reeds burning on the territory of the Azov district of the Rostov region from 01.01.14 to 14.10.17 [11]

Год *Year*	Город, район *City, district*	Суммарная площадь загораний, кв. м (1 га = 10 000 кв. м) *Total fire area, sqm (1 ha = 10,000 sq m)*	Количество *Number of*		Время работы техники, ч *Equipment operating time, h*	Затраты ФПС МЧС России по РО (руб.) *Costs of EMERCOM of Russia in RO (rub)*
			Выездов *Fire responses*	Техники *Equipment*		
2014	Азов *Azov*	116835	89	112	237.493321	
2014	Азовский *Azov district*	1275336	413	532	1292.595	
2015	Азов *Azov*	83462	61	72	148.4333312	26421
2015	Азовский *Azov district*	637668	216	328	760.3499932	135342
2016	Азов *Azov*	3290	11	12	20.8999996	3720
2016	Азовский *Azov district*	116335	46	85	171.6666653	30557
2017	Азов *Azov*	1400	4	5	14.7166666	2620
2017	Азовский *Azov district*	1194440	53	148	271.6666648	48357

В последние годы надзорные органы Азовского района усилили деятельность по привлечению к ответственности за нарушение пожарной безопасности (табл. 3).

In recent years, the supervisory authorities of the Azov district have strengthened the efforts to bring to responsibility for violation of fire safety regulations (tab. 3).

Таблица 3
Table 3

Сведения по привлечению к административной ответственности лиц за нарушения требований пожарной безопасности в Азовском районе [12]

Information on bringing persons to administrative responsibility for violations of fire safety regulations in the Azov district [12]

Год *Year*	Выжигание сухой растительности *Burning of dry vegetation*	Свалка горючих отходов и др. *Disposal of combustible waste etc.*
2014	14	14
2015	13	24
2016	11	41
2017	12	59

В связи с этим число ландшафтных пожаров несколько сократилось.

Наибольший рост числа ландшафтных пожаров фиксируется с конца июля до середины сентября, поэтому к данному периоду, согласно закону № 131-ФЗ от 06.10.03 «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», главам сельских поселений необходимо:

— ужесточить контроль по недопущению сжигания мусора и сухой растительности;

— произвести опашку вокруг границ населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий;

— организовать очистку населенных пунктов и прилегающих к ним территорий от горючих отходов и бытового мусора;

— организовать систему оповещения населения;

— провести профилактические осмотры систем противопожарного водоснабжения и в случае необходимости принять меры по их ремонту;

— организовать мониторинговые группы из числа добровольцев по наблюдению за противопожарной обстановкой в населенном пункте и на прилегающих территориях;

— обеспечить готовность техники и людей из

In this regard, the number of fires has somewhat decreased.

The greatest increase in the number of fires is recorded from late July to mid-September, so by this period, according to the law no. 131-FZ dated 06.10.03 "On General principles of organization of local self-government in the Russian Federation" the heads of rural settlements should:

— tighten control to prevent burning of waste and dry vegetation;

— provide fire line plowing around the borders of settlements and agricultural lands;

— organize cleaning of settlements and adjacent territories from combustible waste and household waste;

— organize a system of warning for the population;

— conduct routine inspections of firefighting water supplies and, if necessary, take measures to fix them;

— organize a monitoring group of volunteers, who monitor fire situation in a village and surrounding areas;

— ensure the readiness of equipment and

числа добровольцев, включенных в реестр.

Мероприятия, которые необходимо провести сотрудникам надзорных органов:

— участвовать в профилактических объездах территорий сельских поселений совместно с их главами;

— организовать пропаганду соблюдения правил пожарной безопасности в пожароопасный период, проинформировать о мерах наказания через местные средства массовой информации [13];

— на встречах с гражданами информировать о мерах пожарной безопасности при осуществлении сельскохозяйственной деятельности;

— разработать и распространить среди населения памятки по соблюдению пожарной безопасности на природе;

— провести совместные рейды с сотрудниками полиции по выявлению поджигателей сухой растительности;

— проинформировать владельцев земель и глав сельских поселений о последствиях в случае невыполнения требований пожарной безопасности [14];

— привлечь к административной ответственности лиц, допустивших пал сухой растительности или нарушивших другие требования пожарной безопасности.

Также сотрудникам надзорных органов необходимо внести предложение об установке вдоль автодорог хорошо читаемых информационных щитов с призывом: «Берегите степь от пожаров!».

В особой защите нуждается природный парк «Донской». В случае возникновения ландшафтного пожара на данной территории пожарным подразделениям Азовского гарнизона необходимо организовать доставку водным путем личного состава и оборудования [15, 16].

Это *первая сложность*, так как плавсредств у пожарных подразделений нет. В случае ЧС необходимо взаимодействовать с группой патрульной службы № 1 Азовского инспекторского отделения ФКУ «Центр ГИМС

people, the number of volunteers included in the register.

The measures which are necessary to be held by the employees of the Supervisory authorities:

— to participate in preventive visits of territories of rural settlements with their heads;

— to organize the promotion of fire safety in fire hazardous period, to inform about the penalties through the local media [13];

— at meetings with citizens to inform about fire safety measures during agricultural activities;

— to develop and spread among the population the memo on observance of fire safety in the field;

— to have joint raids with the police to identify dry vegetation arsonists;

— to inform landowners and heads of villages about the consequences in case of failure to comply with fire safety requirements [14];

— to bring to administrative responsibility people, who let dry vegetation burning or violate other fire safety requirements.

Also the employees of the Supervisory authorities are required to submit a proposal for installation along highways of legible information boards with an appeal: "Protect the steppe from fires!".

Natural Park "Donskoy" needs special protection. In case of landscape fire occurrence in this area, fire departments of Azov garrison need to arrange delivery of personnel and equipment by water [15, 16].

This is *the first difficulty*, as fire departments have no boats there. In case of emergency, they must interact with a fire guard group no. 1 of the Azov inspectoral department of FSI "Center of Russian Federation Ministry of Civil Defence and Emergency Response in the Rostov region" and SPI RO "Rostov regional search and rescue service in the internal waters and territorial sea

МЧС России по Ростовской области» и ГКУ РО «Ростовская областная поисково-спасательная служба во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации». Очевидно, что принадлежащий указанным службам транспорт может быть занят.

Вторая сложность: из того, что может пригодиться на острове, на вооружении 24 ПСЧ имеются только ручные приспособления для захлестывания огня по кромке пожара и ранцевые огнетушители.

Третья сложность: малая численность личного состава дежурного караула, оперативно привлекаемого для работы в заповеднике.

Для решения указанных проблем необходимо участие руководства ГУ МЧС России по Ростовской области. В частности, целесообразно принятие следующих мер.

1. Размещение на базе ГКУ РО «Ростовская областная поисково-спасательная служба во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации» дежурного плавсредства, которое будет использоваться только в случае пожара в акваториях Азовского района. Для этого лучше всего подходит пожарный катер МПК-2 (рис. 3), имеющий следующие характеристики: длина — 6 м; ширина — 1,85 м; высота борта — 0,8 м; грузоподъемность — 600 кг; осадка — 10 см; грузоподъемность — до 600 кг.

of the Russian Federation". It is obvious that transport belonging to the specified service may be already engaged in something.

The second difficulty: among the things, that may come in handy on the island, fire and salvage unit no. 24 is armed only with manual tools for fire suppression along fire edges and portable fire extinguishers.

The third difficulty: the small number of personnel on duty, which is quickly engaged to work in the conservation area.

To solve these problems, the heads of the central administration of the Center of Russian Federation Ministry of Civil Defence and Emergency Response in the Rostov region need to participate in this. In particular, it is advisable to take the following measures.

1. Availability of an emergency watercraft to be used only in case of fire in the waters of the Azov district on the base of SPI RO "Rostov regional search and rescue service in the internal waters and territorial sea of the Russian Federation". Fire boat МПК-2 is most suitable for this (Fig. 3), which has the following characteristics: length — 6 m, width — 1.85 m, height — 0.8 m; load capacity — 600 kg; draft — 10 cm; load capacity up to 600 kg.

Рис. 3. Пожарный катер МПК-2

Fig. 3. Fire boat МПК -2

Катер оснащен двумя водометами мощностью по 40 л/с. Они обеспечивают подачу воды на расстояние до 300 м. При необходимости, задействовав оба двигателя, можно подавать 8000 л/мин. Укомплектовав катер мягкой промежуточной емкостью и переносной плавающей мотопомпой с запасом рукавных линий и ручных пожарных стволов, можно существенно расширить тактические возможности пожарно-спасательного подразделения при решении задач по локализации и ликвидации ландшафтных пожаров на островах природного заповедника.

2. Все структурные подразделения 24 ПСЧ необходимо укомплектовать плавающими мотопомпами (рис. 4).

The boat is equipped with two water cannons with a capacity of 40 l/s. They supply water at a distance of 300 m. If necessary, both engines can give 8000 l/min. It is possible to significantly expand tactical capabilities of fire-rescue units at solving problems of localization and suppression of fires on the islands of natural reserve if the boat is equipped with soft intermediate tank and portable floating pump with a supply of hose lines and hand-held branches.

2. All structural units of fire and salvage unit no. 24 must be equipped with floating pumps (Fig. 4).

Рис. 4. Плавающая мотопомпа

Fig. 4. A floating pump

Параметры плавающей мотопомпы: компактный размер; вес не более 30 кг; производительность насоса не менее 600 л/мин; работа при минимальной глубине воды не менее 2 см; сухой ход не приводит к повреждению двигателя.

Целесообразность внедрения данного оборудования в Азовском пожарно-спасательном гарнизоне обусловлена следующими факторами.

— При тушении ландшафтных пожаров в отдаленных от инфраструктуры местах возникают сложности с заправкой пожарной техники водой.

— По тем же причинам бывает ограничена или невозможна подача и перекачка огнетушащих веществ.

Floating pump specification: compact size; weight of not more than 30 kg; the pump capacity of at least 600 l/min; work with a minimum water depth of at least 2 cm; dry running will not damage the engine.

The expediency of introduction of this equipment to Azov fire and rescue brigade is due to the following factors.

— When fighting landscape fires in areas remote from infrastructure places there arise difficulties with fire equipment refilling.

— For the same reasons, the supply and transfer of fire-fighting agents may be limited or impossible.

— Азовский район подтопляемый. Если пожар возникает во время паводка, то добраться к месту ЧС бывает невозможно [17].

3. Следует проводить работу по привлечению пожарных-добровольцев. Администрации сельских поселений должны обеспечить их экипировку: сертифицированными костюмами добровольного пожарного «ШАНС», защитными очками, кожаной обувью с высоким берцем, касками, перчатками, приспособлениями для захлестывания огня по кромке пожара, ранцевыми огнетушителями и пр.

Тушению ландшафтных пожаров Азовском районе нередко препятствуют пока неразрешимые проблемы.

Первая: отсутствие оборудованных мест для забора воды из естественных водоемов в глубине района. Пока на вооружении гарнизона нет плавающих мотопомп, единственным выходом остается комплектация пожарной техники, выезжающей на пожары в район, двумя гидроэлеваторами Г-600, которые следует надежно закрепить на крыше или в отсеках пожарного автомобиля. Использование трехгидроэлеваторных систем значительно увеличивает возможности пожарного отделения.

Вторая: рельеф местности района может быть фактором риска для пожарной техники. Пожарные автомобили, находящиеся на вооружении Азовского гарнизона, имеют цистерны прямоугольной формы. Они надежно прикреплены к раме автомобиля. Если в условиях бездорожья сварочные швы не выдерживают нагрузки частых преломлений, происходит порыв по шву цистерны пожарного автомобиля. В Азовском районе целесообразно эксплуатировать ЗИЛ-131 АЦ 2,5–40 на базе автомобиля АРС-14 ПМ. Он укомплектован всем необходимым пожарно-техническим вооружением. Главные его преимущества: высокая проходимость, колесная формула 6×6 и конструкция крепежа с цистерной, разработанная специально для эксплуатации в бездорожье. Единственный недостаток —

— The Azov district is flood-prone. If a fire occurs during the flood, then to get to the emergency place is impossible [17].

3. The work on attracting of firemen-volunteers should be held. The administration of rural settlements must provide them with the equipment: the certified volunteer fire suits "SHANS", eye protection, leather high-top footwear, helmets, gloves, devices for fire suppression along the fire edges, portable fire extinguishers, etc.

Fire suppression in the Azov district is often hampered by intractable problems.

First: the lack of the equipped places for water intake from natural reservoirs in the hinterland. While there are no floating pumps in the brigade's service the only option is a fire truck, which responds to a fire in the district, equipped with two elevator pumps G-600, which should be securely mounted on the roof or in the compartments of a fire truck. The use of three elevator pumps systems greatly enhances the ability of the fire department.

Second: the terrain of the area may be a risk factor for fire equipment. Fire trucks in service of the Azov brigade have rectangular tanks. They are securely attached to the vehicle frame. If in off-road conditions welded seams cannot withstand frequent fractions, there is a burst along the seam of the fire truck tank. In the Azov district, it is advisable to use ЗИЛ-131 АЦ 2,5–40 on the basis of the car of АРС-14 ПМ. It has all the necessary firefighting equipment. Its main advantages: high passing ability, wheel arrangement 6×6 and a tank fastening construction designed specifically for epy use in off-road conditions. The only drawback is the cab for three people. However, for individual

кабина на три человека. Однако для отдельных постов 24 ПСЧ № 2, 3 и 4 это не помеха т. к. на дежурство заступают по 2 человека боевого расчета.

Заводы, модернизирующие и поставляющие данный тип техники, устанавливают насос ПН-40, что позволяет использовать трехгидроэлеваторные схемы (рис. 5).

brigades no. 2, 3 and 4 of fire and salvage unit no. 24 this is not a trouble since only 2 man of a brigade are usually on duty.

The plants, modernizing and supplying this type of equipment, install ПН-40 pump, which allows the use of three elevator pump scheme (Fig. 5).

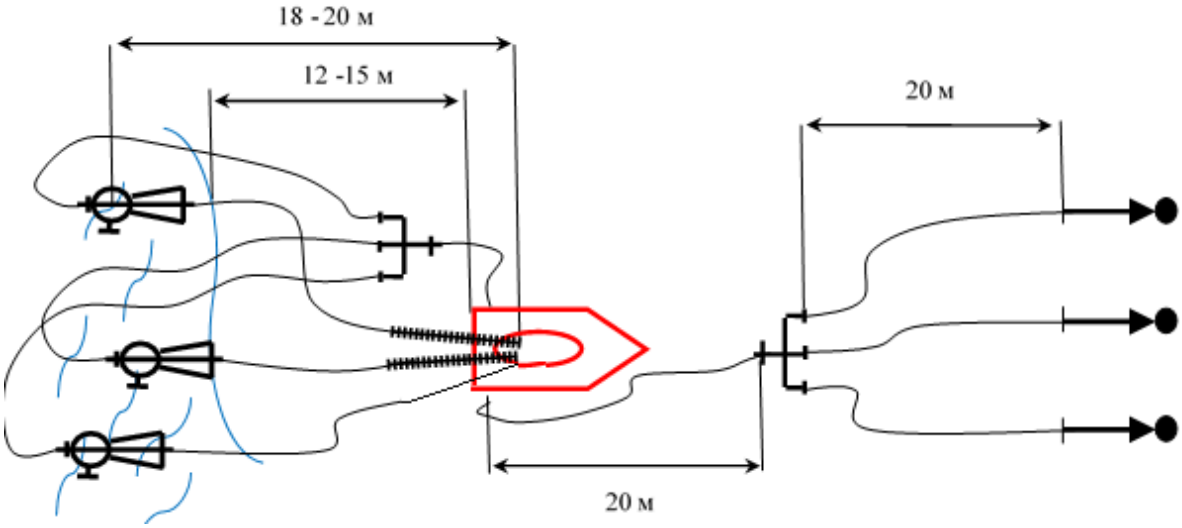


Рис. 5. Схема работы трехгидроэлеваторной системы

Fig. 5. Three elevator pump scheme

От напорного патрубка насоса прокладывается пожарный рукав d 77 (4 м), устанавливается трехходовое рукавное разветвление РТ-80. От него к трем гидроэлеваторам Г-600 прокладываются пожарные рукава d 66 мм. От трех гидроэлеваторов к автоцистерне (АЦ) прокладываются пожарные рукава d 77 мм, два из которых подсоединяются к пожарным напорно-всасывающим рукавам, опускающимся в горловину цистерны. Третий рукав подключается к заправочному патрубку или также опускается в горловину цистерны и фиксируется рукавной задержкой.

От второго напорного патрубка насоса прокладывается пожарный рукав d 77, устанавливается трехходовое рукавное разветвление РТ-80. От него к трем пожарным стволам РС-70 прокладываются пожарные рукава d 66 мм.

Запуск осуществляется в следующем порядке.

1. Установить пожарную автоцистерну у водоема и поставить автомобиль на

From the pump inlet runs a fire hose d 77 (4 m), three-run branching PT-80 is set. Fire hoses d 66 mm run from it to the three elevator pumps Г-600. Fire hoses d 77 mm, two of which are connected to the pressure-suction hoses, put into the neck of the tank, run from the three elevator pumps to the tanker (ATS). The third hose is connected to the filler neck or is also lowered into the neck of the tank and is fixed with a fire hose strap.

Fire hose d 77 runs from the second pump inlet, three-run branching PT-80 is set. From it to the three hose mouthpieces PC-70 go fire hoses d 66 mm.

It starts in the following way.

1. Install a fire tank at the reservoir and put the car on the parking brake.

2. Switch on power takeoff device.

стояночный тормоз.

2. Включить коробку отбора мощности.

3. Проверить плотность закрытия задвижек и сливного крана пожарного насоса.

4. Произвести сборку гидроэлеваторной схемы.

5. Заполнить полость насоса водой из цистерны.

6. Открыть вентили трехходового рукавного разветвления РТ-80.

7. Создать давление на насосе, равное 0,2–0,4 мПа.

8. Открыть напорную задвижку пожарного насоса для запуска гидроэлеваторной системы, при этом повысив давление на насосе до 0,6 мПа.

9. Убедится в своевременном наполнении емкости цистерны и отсутствии перерасхода воды.

10. Уменьшить давление на насосе до 0,2–0,4 мПа.

11. Открыть напорную задвижку пожарного насоса для подачи воды в магистральную (рабочую) линию, одновременно повышая давление на насосе до 0,6–0,8 мПа (открытие напорной задвижки и повышение давления на насосе производится плавно для предотвращения гидроудара и обрыва гидроэлеваторной схемы).

12. Для устойчивой работы автоцистерны по гидроэлеваторной схеме «Южная» на пожарном насосе ПН-40УВ необходимо создать напор 0,65–0,75 мПа.

Математическое обоснование.

1. Определить требуемое количество воды для запуска гидроэлеваторной системы:

3. Check the closed valves and fire pump drain valve.

4. Assemble elevator pump scheme.

5. Fill the pump with water from the tank.

6. Open the valve of the three-run wye PT-80.

7. Put the pump under the pressure, equal to 0.2–0.4 MPa.

8. Open the pressure valve of the fire pump to start elevator pump system, thus raising the pressure in the pump up to 0.6 MPa.

9. Ensure timely tank filling and no waste of water.

10. Reduce the pressure in the pump to 0.2–0.4 MPa.

11. Open the pressure valve of the fire pump for supplying water to the working line, while increasing the pressure in the pump to 0.6–0.8 MPa (opening of the pressure valve and the pressure increase in the pump is performed gradually to prevent water hammer and breakage of elevator pump schemes).

12. For stable operation of the tanker at elevator pump scheme "South" on the fire pump ПН-40УВ the pressure should be 0.65–0.75 MPa.

Mathematical justification.

1. To determine the amount of water to run the elevator pump system:

$$V_{\text{сист.}} = N_{p.\,\text{сист.}}\, V_{p.}\, K = (3 \times 70 + 3 \times 90) \times 1{,}3 = 624 \text{ л}, \quad (1)$$

где $V_{\text{сист.}}$ — количество воды для запуска гидроэлеваторной системы, л; $N_{p.\,\text{сист.}}$ — число рукавов в гидроэлеваторной системе, шт.; $V_{p.}$ — объем одного рукава длиной 20 м, л; K — коэффициент, который зависит от числа гидроэлеваторов в системе, работающих от одной пожарной машины и равен: для одногидроэлеваторной системы — 2, для двухгидроэлеваторной — 1,5, для трехгидроэлеваторной — 1,3.

where $V_{\text{сист.}}$. is the amount of water to run the elevator pump system l; $N_{p.\,\text{сист.}}$ — is the number of hoses in the elevator pump system pcs.; $V_{p.}$ — is the capacity of one hose of 20 m length, l; K — is the coefficient, which depends on the number of elevator pump systems running from one fire engine and is equal to: for one elevator pump system — 2, for two elevator pump systems — 1.5, for three elevator pump systems — 1.3.

2. Определить возможность совместной работы насоса пожарной машины с гидроэлеваторной системой:

$Q_{сист.} = N_г (Q_1 + Q_2) = 3 \times (9{,}1 + 10) = 57{,}3$ л/с,(2)

где $N_г$ — число гидроэлеваторов в системе, шт.; Q_1 — рабочий расход воды одного гидроэлеватора, л/с; Q_2 — подача одного гидроэлеватора, л/с.

3. Определить коэффициент использования насоса (для ПН-40УВ):

$И = Q_{сист.} / Q_Н = 57{,}3 / 40 = 1{,}4,$ (3)

где $Q_{сист.}$ и $Q_Н$ — соответственно расход воды гидроэлеваторной системы и подача насоса пожарной машины, л/с.

Согласно коэффициенту И = 1,4 расход трехгидроэлеваторной системы превышает подачу насоса ПН-40УВ, следовательно, работу этой системы могут обеспечить насосы с большей подачей, типа ПН-60, НЦПН-70/100 и др.

Однако на практике насос ПН-40УВ способен обеспечить работу системы, когда эжектируемые и рабочие расходы гидроэлеваторов не превышают его подачу (40 л/с).

Зная коэффициент эжекции 1,1, можно произвести расчет трехгидроэлеваторной системы при использовании насоса ПН-40 УВ.

4. Принять расход трех стволов РС-70 или одного лафетного ствола равным 21 л/с, т. е. расход 1 РС-70 при напоре на стволе 0,4 мПа — 7 л/с, расход лафетного ствола с диаметром насадка 28 мм при напоре на стволе 0,6 мПа — 21 л/с.

5. Определить необходимую производительность гидроэлеваторов в системе:

$Q_{эж} = Q / N_г = 21 / 3 = 7$ л/с, (4)

где Q — суммарный расход воды одной наиболее загруженной магистральной рукавной линии, $N_г$ — количество гидроэлеваторов в системе.

6. Определить коэффициент использования насоса (для ПН-40УВ):

$И = Q_{сист} / Q_Н = [7 + (7 / 1{,}1)] \times 3 / 40 = 40/40 = 1.$ (5)

Следовательно, работа гидроэлеваторной системы и насоса автоцистерны ПН-40УВ

2. To determine the possibility of joint work of a fire truck pump with the elevator pump system:

$Q_{сист.} = N_г (Q_1 + Q_2) = 3 \times (9{,}1 + 10) = 57{,}3$ l/s, (2)

where $N_г$ — is the number of elevator pumps in the system pcs.; Q_1 — the operating water flow rate of one elevator pump, l/C; Q_2 — the flow of one elevator pump, l/s.

3. To determine the capacity factor of the pump (for ПН-40УВ):

$И = Q_{сист.} / Q_Н = 57{,}3 / 40 = 1{,}4,$ (3)

where $Q_{сист.}$ and $Q_Н$, respectively, are the water flow rate of the elevator pump system and the fire truck pump output l/s.

According to the ratio И = 1.4 the flow rate of the three elevator pump system exceeds the ПН-40УВ pump output therefore, this system can provide pumps with higher flow like ПН-60, НЦПН-70/100 etc.

In practice, however, the pump ПН-40УВ can ensure operation of the system when ejected and operational flows of the elevator pumps do not exceed its delivery rate (40 l/s).

If we know the ejection coefficient of 1.1, it is possible to calculate three-elevator pump system with ПН-40 УВ pump.

4. To take the output of three PC-70 branch pipes or one delivery monitor equal to 21 l/s, i.e. the output of 1 PC-70 with pressure on the branch of 0.4 MPa - 7 l/s, the flow rate of delivery monitor with nozzle diameter of 28 mm at the pressure of 0.6 MPa — 21 l/s.

5. To determine the required capacity of the elevator pumps in the system:

$Q_{эж} = Q / N_г = 21 / 3 = 7$ l/s, (4)

where Q is the total water output of one the most used supply lines, $N_г$ — the number of elevator pumps in the system.

6. To determine the capacity factor of the pump (for ПН-40УВ):

$И = Q_{сист} / Q_Н = [7 + (7 / 1{,}1)] \times 3 / 40 = 40/40 = 1.$ (5)

Therefore, the work of the elevator pump system and the truck pump ПН-40УВ will be sustainable.

будет устойчивой.

При использовании пожарного насоса типа ПН-40УВ работа трехгидроэлеваторной системы будет устойчивой при производительности гидроэлеватора не более 7 л/с.

Выводы. Ландшафтные пожары в Азовском районе можно прогнозировать, учитывая климатические условия и характер растительности. В настоящее время существует проблема создания принципиально новой модели прогнозирования из-за невозможности математического выражения человеческого фактора.

Снизить риски возникновения ландшафтных пожаров в Азовском районе позволит реализация комплекса мероприятий.

1. Своевременно проводить соответствующую профилактическую и хозяйственно-административную работу.

2. Лиц, состоящих в добровольных пожарных дружинах, экипировать сертифицированными средствами защиты, провести учения в преддверии пожароопасного периода.

3. Оснастить пожарные подразделения Азовского пожарно-спасательного гарнизона пожарным катером МПК-2, плавающими мотопомпами, пожарными автоцистернами, созданными на базе АРС-14МП ЗИЛ 131. Модернизировать имеющиеся в боевом расчете АЦ для реализации забора воды по трехгидроэлеваторной схеме с использованием пожарных насосов ПН-40УВ, что позволяет обеспечить подачу одного пожарного лафетного ствола типа СЛК-П20 или трех ручных пожарных стволов типа РС-70 при тушении пожара. Данная схема «Южная» взята из методических рекомендаций ЮРЦ МЧС России и адаптирована под один пожарный автомобиль без существенных технических изменений в его конструкции (требуются только два дополнительных гидроэлеватора Г-600).

When using the fire pump ПН-40УВ the work of three elevator pumps system will be stable if the capacity of elevator pump is not more than 7 l/s.

Conclusion. Landscape fires in the Azov district can be forecast, given the climatic conditions and the nature of the vegetation. Currently, there is the problem of creating a fundamentally new model of forecasting of the impossibility of human factor mathematical expression.

The implementation of a package of measures will allow reducing the risk of landscape fires in the Azov district.

1. Appropriate preventive and administrative work should be promptly conduct.

2. Persons who are in the voluntary fire brigades, should be equipped the certified means of protection, drills before the fire hazardous season should be conducted.

3. Fire departments of Azov fire and rescue brigade should be equipped with fire boat МПК -2, floating water pumps, fire trucks, made on the basis of АРС-14МП ЗИЛ 131. The existing fire trucks for water intake for three elevator pumps scheme using fire pumps ПН-40УВ should be modernized, that allows ensuring the supply of one СЛК-П20 fire monitor or three РС-70 hand-held branches for fire suppression. This "South" scheme is taken from the methodological recommendations of the Ministry of Emergency Situations of Russia and adapted to one fire truck without any major technical changes in its design (only two additional elevator pumps Г-600 are required).

Библиографический список

1. Асылбаев, Н. А. О распространении пожара в однородном степном массиве по наклонной подстилающей поверхности / Н. А. Асылбаев, И. К. Гималтдинов // Тр. Института механики им. Р. Р. Мавлютова УНЦ РАН. — 2012. – Т. 9, № 1. — С. 26–31.

2. Особенности пожаров на безлесных территориях, управление их тушением и профилактикой / С. В. Гундар [и др.] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2016. — № 2. — С. 26–31.

3. Некрасов, О. Н. Прогнозирование пожароопасной обстановки и скорости распространения лесного пожара с учетом топографических особенностей местности, погодных условий и мер по пожаротушению / О. Н. Некрасов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. — 2015. — № 3. — С. 62–67.

4. Карлин, Л. Н. Принципы управления рисками аномальных погодных явлений / Л. Н. Карлин, Е. С. Андреева // Стратегические риски чрезвычайных ситуаций: оценка и прогноз : мат-лы VIII Всерос. науч.-практ. конф. по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России. — Тверь : Триада, 2003. — С. 221–226.

5. Андреева, Е. С. Погодные аномалии и природные факторы, их провоцирующие / Е. С. Андреева, С. С. Андреев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. —

References

1. Asylbaev, N.A., Gimaltdinov, I.K. O rasprostranenii pozhara v odnorodnom stepnom massive po naklonnoy podstilayushchey poverhnosti. [On fire propagation in a homogeneous steppe area on an inclined underlying terrain.] Tr. Instituta mekhanikin im. R.R. Mavlyutova UNTS RAN, 2012, vol. 9, no. 1, pp. 26-31 (in Russian).

2. Gundar, S.V. et al. Osobennosti pozharov na bezlesnykh territoriyakh, upravlenie ikh tusheniem i profilaktikoy. [Features of fires on treeless territories, their extinction and prevention management.] Pozhary i chrezvychaynye situatsii: predotvrashchenie, likvidatsiya, 2016, no. 2, pp. 26-31 (in Russian).

3. Nekrasov, O.N. Prognozirovanie pozharoopasnoy obstanovki i skorosti rasprostraneniya lesnogo pozhara s uchetom topograficheskikh osobennostey mestnosti, pogodnykh usloviy i mer po pozharotusheniyu. [Forecasting of fire hazardous situations and the velocity of forest fire spread given the terrain, weather conditions and fire-fighting measures.] Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoy zashchity, 2015, no. 3, pp. 62-67 (in Russian).

4. Karlin, L.N., Andreeva, E.S. Printsipy upravleniya riskami anomal'nykh pogodnykh yavleniy. [Risk management principles of abnormal weather phenomena.] Strategicheskie riski chrezvychaynykh situatsiy: otsenka i prognoz: mat-ly VIII Vseros. Nauch.-prakt. konf. po problemam zashchity naseleniya i territoriy ot chrezvychaynykh situatsiy. Tsentr strategicheskikh issledovaniy grazhdanskoy zashchity MCHS Rossii. [Strategic risks of emergencies: assessment and forecast: Mat. of all-Russian VIII. Scientific.-pract. conf. on the problems of protection of population and territories from emergencies. The Centre for strategic research of civil protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia.] Tver, Triada, 2003, pp. 221-226 (in Russian).

5. Andreeva, E.S., Andreev, S.S. Pogodnye usloviya i prirodnye factory ikh provotsiruyushchie. [Weather anomalies and

2006. — № S5. — С. 82–89.

6. Андреева, Е. С. География и генезис опасных явлений погоды юга России / Е. С. Андреева, С. С. Андреев ; М-во образования и науки РФ ; Федер. агентство по образованию ; Российский гос. гидрометеорологический ун-т, фил. в г. Ростове-на-Дону. — Ростов-на-Дону : Изд. Е. А. Турова, 2007. — 93 с.

7. Андреева, Е. С. Вероятностно-географический метод прогноза сильных ветров для равнин юга России / Е. С. Андреева // Естественные и технические науки. — 2008. — № 4 (36). — С. 217–220.

8. Андреева, Е. С. Подходы к управлению рисками опасных явлений погоды // Е. С. Андреева // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. — 2008. — № 4. — С. 112–116.

9. Андреева, Е. С. Концепция вероятностно-географического прогнозирования опасных явлений погоды юга России : автореф. дис. … д-ра географ. наук / Е. С. Андреева. — Санкт-Петербург, 2008. — 45 с.

10. Андреева, Е. С. Опасные явления погоды юга России / Е. С. Андреева ; под ред. Л. Н. Карлина. — Санкт-Петербург, 2013. — 216 с.

11. Попова, Е. С. Вероятностно-географический прогноз опасных явлений погоды / Е. С. Попова, С. С. Андреев // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 8-7. — С. 1622–1625.

12. Popova, E. S. Development of basic method of probabilistic-geographical prediction natural factors, that provoke them.] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki, 2006, no. S5, pp. 82-89 (in Russian).

6. Andreeva, E.S., Andreev, S.S. Geografiya i genezis opasnykh yavleniy pogody yuga Rossii. Ministerstvo obrazovaniya i nauki RF, Feder. agenstvo po obrazovaniyu, Rossiyskiy gos. gidrometeorologicheskiy un-t, fil. vg. Rostove-na-Donu. [Geography and genesis of dangerous weather phenomena of the South of Russia. Ministry of education and science of the Russian Federation, Feder. Agency on education, Russian state hydrometeorological University, Rostov-on-Don branch.] Rostov-on-Don, E. A. Turov ed., 2007, 93 p. (in Russian).

7. Andreeva, E.S. Veroyatnostno-geograficheskiy metod prognoza sil’nykh vetrov dlya ravnin yuga Rossii. [Probability-geographical method for forecasting of strong winds for the plains of the South of Russia.] Estestvennye i tekhnicheskie nauki, 2008, no. 4 (36), pp. 217-220 (in Russian).

8. Andreeva, E.S. Podkhody k upravleniyu riskami opasnykh yavleniy pogody. [Approaches to risk management of severe dangerous weather phenomena.] Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki, 2008, no. 4, pp. 112-116 (in Russian).

9. Andreeva, E.S. Kontseptsiya veroyatnostno-geograficheskogo prognozirovaniya opasnykh yavleniy pogody yuga Rossii: avtoref. dis. …d-ra geograf. nauk. [The concept of probability and geographic forecasting of dangerous weather phenomena of the South of Russia. Extended abstract of the Doctor of geogr. Sciences dissertation.] Saint Petersburg, 2008, 45 p. (in Russian).

10. Andreeva, E.S. ed. by Karlin, L.N. Opasnye yavleniya pogody yuga Rossii. [Dangerous weather phenomena of the South of Russia.] Saint Petersburg, 2013, 216 p. (in Russian).

11. Popova, E.S., Andreev, S.S. Veroyatnostno-geograficheskiy prognoz opasnykh yavleniy pogody. [Probability-geographical forecast of

of dangerous weather phenomena / E. S. Popova, S. S. Andreev // Applied and Fundamental Studies : Proceedings of the 6rd International Academic Conference. — Saint Louis : Publishing House Science and Innovation Center, 2014. — P. 46–50.

13. Andreyev, S. S. Global warming and anthropogenic factor / S. S. Andreyev, E. S. Popova // European Journal of Natural History. — 2012. — № 4. — P. 27–28.

14. Адамян, В. Л. Медико-биологические аспекты трудовой деятельности пожарных / В. Л. Адамян, И. В. Мальков // Центральный научный вестник. — 2017. — Т. 2. — № 19 (36). — С. 3.

15. Сергеева, Г. А. Снежный покров и его динамика за последние 50 лет на территории ЮФО и СКФО / Г. А. Сергеева // Строительство-2015: современные проблемы строительства : мат-лы междунар. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону : Редакционно-издательский центр РГСУ, 2015. — С. 248–250.

16. Евстропов, В. М. Основные направления в изучении проблем предупреждения ЧС / В. М. Евстропов // Строительство-2015: современные проблемы строительства : мат-лы междунар. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону : Редакционно-издательский центр РГСУ, 2015. — С. 34–35.

17. Андреев, С. С. Колебания среднегодовой температуры воздуха по данным г. Махачкала/Уйташ в 1882–2015 гг. / С. С. Андреев, Е. С. Попова // Успехи современного естествознания. — 2017. — № 5. — С. 72–77.

dangerous weather phenomena.] Fundamental'nye issledovaniya, 2014, no. 8-7, pp. 1622-1625 (in Russian).

12. Popova, E.S., Andreev, S.S. Development of basic method of probabilistic-geographical prediction of dangerous weather phenomena. Applied and Fundamental Studies: Proceedings of the 6rd International Academic Conference. Saint Louis, Publishing House Science and Innovation Center, 2014, pp. 46-50.

13. Andreyev, S.S., Popova, E.S. Global warming and anthropogenic factor. European Journal of Natural History, 2012, no. 4, pp. 27-28.

14. Adamyan, L.V., Malkov, I.V. Mediko-biologicheskie aspekty trudovoy deyatel'nosti pozharnykh. [Medico-biological aspects of firefighters work.] Tsentral'ny nauchny vestnik, 2017, vol. 2, no. 19 (36), p.3 (in Russian).

15. Sergeeva, G.A. Snezhny pokrov i ego dinamika za poslednie 50 let na territorii YUFO i SKFO. [Snow cover and its dynamics over the past 50 years on the territory of the Southern Federal District and North Caucasian federal District.] Stroitel'stvo-2015: sovremennye problem stroitel'stva: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Construction-2015: modern problems of construction: Mat. of international. scientific.-pract. Conf.] Rostov-on-Don, Redaktsionno-izdatel'skiy tsentr RGSU, 2015, pp. 248-250 (in Russian).

16. Evstropov, V.M. Osnovnye napravleniya v izuchenii problem preduprezhdeniya CHS. [Main directions in the study of prevention of emergencies.] Stroitel'stvo-2015: sovremennye problem stroitel'stva: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Construction-2015: modern problems of construction: Mat. of international. scientific.-pract. Conf.] Rostov-on-Don, Redaktsionno-izdatel'skiy tsentr RGSU, 2015, pp. 34-35 (in Russian).

17. Andreev, S.S., Popova, E.S. Kolebaniya srednegodovoy temperatury vozdukha po dannym g. Makhachkala/Uytash in 1882-2015 gg. [Fluctuations in annual air temperature according to the data from Makhachkala/Uytash from 1882 to 2015.] Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, 2017, no. 5, pp. 72-77 (in Russian).

Поступила в редакцию 05.09.2017
Сдана в редакцию 06.09.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

Received 05.09.2017
Submitted 06.09.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Ващенко Иван Александрович,
магистрант Донского государственного технического университета,
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
withspirit@mail.ru

Андреева Елена Сергеевна,
профессор кафедры «Пожарная безопасность и защита в чрезвычайных ситуациях» Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1), доктор технических наук, доктор географических наук, профессор
espmeteo@yandex.ru

Будыльский Игорь Сергеевич,
доцент кафедры кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1), кандидат технических нау
hot_rabbit@live.ru

Vashchenko Ivan Aleksandrovich,
master's Degree Student of Don State Technical University,(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
withspirit@mail.ru

Andreeva Elena Sergeevna,
Professor of Department of Fire Safety and protection in emergency situations of Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation) Doctor of geogr. Sciences, Dr.Sci., Professor
espmeteo@yandex.ru

Budylskiy Igor Sergeevich,
Associate Professor of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), Cand.Sci.,

hot_rabbit@live.ru

УДК 658.518.3
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-85-119

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Е. А. Пичугин, Т. А. Мещурова, М. В. Черепанов
ФГБУ УралНИИ «Экология», г.Пермь, Российская Федерация
pich@ecology.perm.ru
meshurova@ecology.perm.ru
cherepanov@ecology.perm.ru

В течение многих лет в нашей стране обсуждается несовершенство системы нормирова-ния сбросов загрязняющих веществ со сточными водами и экономических механизмов защиты водных объектов. Выходом может стать только существенное изменение базовых подходов, внедрение технологических нормативов сбросов предприятий. Авторы данной статьи проана-лизировали информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологи-ям, чтобы обобщить данные об установленных маркерных веществах и технологических пока-зателях сбросов загрязняющих веществ. В итоге были выявлены определенные недостатки рас-смотренных справочников.

Ключевые слова: маркерные вещества, технологические показатели, наилучшие доступные технологии, сброс загрязняющих веществ

Введение. В посланиях Президента Российской Федерации [1, 2] говорилось, в частности, о необходимости:

— избавления экономики от устаревших, неэффективных, вредных технологий посредством стимулирования внедрения наилучших доступных решений;

— принятия поправок в законодательство с целью установления жестких экологических стандартов и выстраивания современной системы технического и экологического регулирования.

Следует отметить, что в указанном послании Президента Российской Федерации затрагива-

UDC 658.518.3
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-85-119

TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF POLLUTANTS DISCHARGE INTO WATER BODY DURING THE TRANSITION TO THE BEST AVAILABLE TECHNIQUES

E. A. Pichugin, T. A. Meshchurova, M. V. Cherepanov
FSBI Ural Research Institute "Ecology", Perm, Russian Federation
pich@ecology.perm.ru
meshurova@ecology.perm.ru
cherepanov@ecology.perm.ru

The imperfection of the regulatory system of pollutants discharge with wastewater and economic mechanisms for protection of water objects has been discussed in our country for many years. The solution may only be a significant change in the basic approaches, the introduction of technological standards for enterprises emissions. The authors of this article have analyzed information-technical reference books on the best available techniques in order to generalize the data about the determined marker substances and technological indicators for pollutant discharges. Certain drawbacks of the considered reference books have been eventually identified.

Key words: marker substances, technological parameters, best available technique, pollutants discharge

Introduction. The President of the Russian Federation messages [1, 2] tell us, in particular, about the need to:

—free the economy of the outdated, inefficient and harmful technologies by encouraging the implementation of the best available solutions;

—adopt the amendments to the legislation to establish stringent environmental standards and to build a modern technical and environmental regulation.

ются вопросы категоризации объектов негативного воздействия на окружающую среду.

В соответствии со ст. 4.2 Федерального закона от 10.01.02 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [3], объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, подразделяются на четыре категории.

I категория — объекты, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду.

II категория — объекты, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду.

III категория — объекты, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду.

IV категория — объекты, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

Объекты, относящиеся к I категории, должны использовать в своих технологических процессах наилучшие доступные технологии (НДТ), способствующие минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду.

В Российской Федерации разработаны и утверждены Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии информационно-технические справочники (ИТС) по наилучшим доступным технологиям [4]. Указанная документация основана на данных справочников, в соответствии с которыми в странах Евросоюза нормируется негативное воздействие на окружающую среду. Таким образом, ИТС представляют собой документы по стандартизации, разработанные в результате анализа технологических, технических и управленческих решений, применяемых на разных производствах.

С 2019 года помимо нормативов допустимого воздействия и качества окружающей среды юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную деятельность на объектах I категории, должны будут разрабатывать технологические нормативы с учетом НДТ, экономических и социальных факторов (ст. 23 Федерального закона от

It should be noted that the message of the President of the Russian Federation touches upon the categorization of a negative impact on the environment.

In accordance with article 4.2 of the Federal law dated 10.01.02 no. 7-FZ "On environmental protection" [3], the objects that have a negative impact on the environment, are divided into four categories.

Category I — objects that have a significant negative impact on the environment.

Category II — objects that have a moderate negative impact on the environment.

Category III — objects that have a slight negative impact on the environment.

Category IV — objects that have a minimal negative impact on the environment.

The objects belonging to category I should use for their technological processes the best available techniques (BAT) in order to minimize negative impacts on the environment.

In the Russian Federation, the Federal Agency for technical regulating and metrology has developed and approved information and technical reference books (BREFs) on the best available techniques [4]. These documents are based on data from the reference books, according to which a negative impact on the environment is regulated in the EU. Thus, BREFs represent the standardization documents developed on the analysis of technological, technical and managerial solutions used in different industries.

Since 2019 in addition to the standards for permissible exposure and environmental quality the legal entities and individual entrepreneurs, engaged in economic activities on the objects of category I, will need to develop technology standards based on BAT, economic and social

10.01.02 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»).

Согласно ст. 1 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» технологические нормативы посредством технологических показателей определяют уровень выбросов, сбросов загрязняющих веществ, устанавливают нормы допустимых физических воздействий.

Технологические показатели демонстрируют концентрации загрязняющих веществ, объема и (или) массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, образования отходов производства и потребления, потребления воды и использования энергетических ресурсов в расчете на единицу времени или единицу производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги [3].

Целью настоящей работы является анализ технологических показателей сбросов загрязняющих веществ в справочниках по наилучшим доступным технологиям.

Основная часть. В настоящее время сфера охраны водных объектов нормируется общими положениями Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и Водного кодекса Российской Федерации [5].

Технологические нормативы предприятия (т. е. его удельные показатели) демонстрируют эффективность перехода предприятия на использование наилучших доступных технологий. Удельные показатели представляют собой количество загрязняющих веществ, образующихся в результате реализации производственных технологических процессов, и выражаются в кг на тонну выпускаемой продукции или единицу энергии.

В результате анализа справочников НДТ была составлена обобщенная таблица, которая отражает информацию о наличии сбросов сточных вод, об установлении маркерных веществ и технологических показателей.

factors (article 23 of the Federal law dated 10.01.02 no. 7-FZ "On environmental protection").

According to article 1 of the Federal law dated 10.01.2002 no. 7-FZ "On environmental protection" technology standards through technological indicators determine the level of emissions and pollutants discharge; establish standards for acceptable physical impacts.

Technological indicators show concentrations of contaminants, volume and (or) mass emissions, discharges of pollutants, industrial and household waste, water consumption and use of energy resources per unit of time or unit of output (of goods), performed activity, provided services [3].

The aim of this work is the analysis of technological indicators of pollutant discharges in the reference notes on the best available techniques.

The main part. Currently, the protection of water objects is normalized by General provisions of the Federal law no. 7-FZ "On environmental protection" and the Water code of the Russian Federation [5].

Technological regulations of the enterprise (i.e. its specific indicators) demonstrate the effectiveness of the transition of the enterprise to the use of the best available techniques. Specific indicators represent the amount of pollutants produced from the realization of production technological processes, and are expressed in kg per tonne of production or unit of energy.

Having analyzed BREF there have been prepared the summary table, which presents the information about the presence of wastewater discharges, the determination of marker substances and technological indicators.

Таблица
Table

Маркерные вещества и технологические показатели сбросов сточных вод по данным справочников НДТ
Marker substances and technological parameters of wastewater discharges according to the BREF

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
ИТС 1-2015 «Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона» *BREF 1-2015 "Manufacture of pulp, paper and board"*	Производство целлюлозно-бумажных изделий подразумевает большие объемы сточных вод, загрязненных взвешенными и растворенными органическими веществами. Основные источники загрязнения сточных вод — варочные, промывные и отбельные цеха. Загрязненные производственные сточные воды от различных технологических подпроцессов предварительно очищаются на локальных внутрицеховых сооружениях очистки, а затем подаются на внеплощадочные очистные сооружения. Основные стадии очистки: — первичная (механическая); — нейтрализация и усреднение; — вторичная (биологическая); — третичная (доочистка); — обработка осадка сточных вод. Очищенные сточные воды сбрасываются в водоем. *The manufacture of paper pulp and paper products means large volumes of wastewater contaminated by suspended and dissolved organic matter. The main sources of pollution sewage — boileries, washing and bleaching floors. Contaminated industrial wastewater from different technological subprocesses is pre-cleared on the local treatment facilities, and then goes to off-site treatment facilities. Main stages of treatment:* *— primary (mechanical);* *— neutralization and homogenization;* *— secondary (biological);* *— tertiary (additional treatment);* *— processing of sewage sludge.* *The treated wastewater is discharged into the water body.*	ХПК, $БПК_{полн.}$, взвешенные вещества, общий азот, общий фосфор, АОХ* *COD, BOD., suspended solids, total nitrogen, total phosphorus, AOH**	Установлены для производств сульфатной/сульфидной целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона. Кроме маркерных веществ технологический показатель установлен на расход сточных вод. Технологические показатели установлены по среднегодовым значениям в расчете на 1 тонну товарной продукции (кг/т). *Determined for the production of sulphate/sulphide pulp, wood pulp, paper and paperboard. In addition to marker substances the technological papameterr is determined for sewage flow rate. The technological parameters are determined by annual average values per 1 tonne of saleable products (kg/t).*
ИТС 2-2015 «Производство аммиака, минеральных удобрений и	В большинстве случаев на таких производствах сбросы сточных вод отсутствуют. Технологии позволяют минимизировать объемы технологических сточных вод. После очистки они поступают в водооборотную систему предприятия. Внедрение бессточных систем или удаление стоков в изолированные водовмещающие пла-		Показатели не установлены. Некоторые предприятия принимают на свои очистные сооружения неочищенные сточные воды организаций-

* Адсорбируемый органический хлор. Параметр, учитывающий полное количество хлорорганики, которая может быть адсорбирована активным углем.
* *Adsorbable organic chlorine. The parameter that takes into account the full number of chlororganics, which can be adsorbed by the active charcoal.*

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
неорганических кислот» *BREF 2-2015 "Manufacture of ammonia, fertilizers and inorganic acids"*	сты горных пород вообще исключает сбросы. Вся оборотная вода может быть использована в технологических целях. На большинстве предприятий отрасли сточные воды формируются опосредованно, через сбор и усреднение промышленных (технологических) и ливневых сточных вод (продувки заводского водооборотного цикла, непрямые сбросы сточных вод от отделений охлаждения, водоподготовки, продувок котлов и др.). *In most cases, such productions have no discharges of wastewater. Technologies allow minimizing the volume of industrial process wastewater. After treatment, it goes to the water circulation system of the enterprise. The introduction of zero-discharge systems or sewage discharge into isolated water-bearing rock layers generally excludes discharges. All reused water can be used for engineering purposes. For most of the enterprises of the industry waste water is produced indirectly, through the collection and homogenization of industrial (technological) and storm water (blowdown of water cycle of the factory, indirect discharges of sewage from cooling, water treatment, boiler blowdown sections, etc.).*		абонентов, в том числе водоканалов. Эти воды смешиваются с производственными и хозбытовыми стоками «принимающего» предприятия, очищаются и сбрасываются в водный объект. Невозможно отследить влияние на окружающую среду технологических сточных вод в составе общего стока, тем более оценить технологический процесс по показателю «очистка объединенных сточных вод». Для таких предприятий практически невозможно выделить НДТ (и впоследствии — технологические показатели), так как в каждом конкретном случае будет иметь место уникальный набор объемов и концентраций загрязняющих веществ. Приведены технологические показатели удельных уровней эмиссии (выбросы) и удельных норм потребления сырья и энергоресурсов. *Parameters are not determined. Some enterprises take at their treatment facilities untreated sewage water from other organizations, including water utilities. It is mixed with industrial and domestic effluents of the "host" enterprise, cleaned and discharged in the water body. It is impossible to track the environmental impact of technological wastewater in the total flow, especially to assess technological process in terms of "combined sewage cleaning ". For such enterprises it is almost impossible to find BAT (and subsequently — technological parameters), as each case will have a unique set of volumes and con-*
	Производство аммиака. Сточные воды поступают в промливневую канализацию с биологической очисткой и сбросом в водоем. ***Production of ammonia**. Wastewater goes to the stormwater drainage with biological treatment and discharge into the water body.*	Азот аммонийный (NH_4^+) *Ammonia nitrogen (NH_4^+)*	
	Производство азотной кислоты из аммиака. Постоянные сточные воды отсутствуют. Постоянный сток (продувка котлов-утилизаторов) охлаждается и направляется на подпитку водооборотных циклов. Часть продувки может сбрасываться в промливневую канализацию. ***Production of nitric acid from ammonia**. No constant wastewater. Constant drain (blowdown of heat recovery boilers) is cooled and sent to the water circulation. Part of the blowdown may be discharged into the stormwater drainage.*	Азот нитратный (NO_3^-); азот аммонийный (NH_4^+) *Nitrate nitrogen (NO_3^-); ammonia nitrogen (NH_4^+)*	
	Производство серной кислоты и олеума из серы является бессточным. Исключение — сбросы продувок оборотных циклов и котловой воды в промливневую канализацию. Возможны аварийные протечки. Предусмотрен сбор таких вод с последующим использованием по технологии или нейтрализация и поступление в производство.	Сульфаты (SO_4^{2-})	

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	***Production of sulphuric acid and oleum from sulfur** is zero-discharge. With the exception of the discharge of working cycles blowdowns and boiler water into stormwater drainage. Emergency leakages are possible. The collection of such waters and then using them according to the technology or their neutralization and using in the production is also possible.*	*Sulfates* (SO_4^{2-})	*centrations of pollutants. There are technological parameters for specific emissions and consumption norms of raw materials and energy.*
	Производство фосфорной кислоты, получаемой сернокислотным разложением фосфатного сырья. Сточные воды, сбрасываемые во внешние водоемы, отсутствуют. Очищенные сточные воды после нейтрализации повторно используются в водооборотных циклах. ***Production of phosphoric acid obtained by sulfuric acid decomposition of phosphate raw materials**. No wastewater discharges into the water bodies. Treated wastewater after neutralization is reused in circulation cycles water.*	Соединения фтора (в пересчете на F); фосфаты (PO_4^{3-}) *Compounds of fluorine (expressed as F); phosphates (PO_4^{3-})*	
	Удобрения на основе сернокислотной переработки фосфатного сырья: МАФ, ДАФ, сульфоаммофосы (NPS), жидкие комплексные удобрения (ЖКУ), NPK-удобрения ***FERTILIZERS BASED ON SULFURIC ACID PROCESSING OF PHOSPHATE RAW MATERIALS: MAP, DAP, SULFOAMMOPHOS (NPS), LIQUID COMPLEX FERTILIZER (LCF), NPK-FERTILIZERS***	Соединения фтора (в пересчете на F); азот аммонийный (NH_4^+); фосфаты (PO_4^{3-}); *Compounds of fluorine (expressed as F); ammonium nitrogen (NH_4^+) and phosphates (PO_4^{3-})*	
	Фосфорные удобрения (суперфосфат, двойной суперфосфат) ***Phosphorus fertilizer (superphosphate, double superphosphate)***	соединения фтора (в пересчете на F); фосфаты (PO_4^{3-}); *compounds of fluorine (expressed as F); phosphates (PO_4^{3-});*	
	РК-удобрения Сточные воды могут образовываться при абсорбционной очистке отходящих газов, конденсации паров. Стоки возможны при проливах кислот или реакционных смесей (в этом случае предусматривается их отдельный сбор и переработка). Перечисленные сточные воды являются условными, т. к. во внешнюю среду они не сбра-	соединения фтора (в пересчете на F); фосфаты (PO_4^{3-});	

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	сываются. Все сточные воды цехов по производству удобрений собираются и перерабатываются здесь же или на смежных производствах (экстракционной фосфорной кислоты, серной кислоты и т. д.). ***PK-fertilizers*** *Wastewater may be produced at absorption of flue gases, vapor condensation. Wastewater is possible at spillages of acids or reaction mixtures (in this case, there will be their separate collection and recycling). These wastewaters are conditional, because they are not released into the external environment. All sewage waters from fertilizer production workshops are collected and processed there or in related manufactures (wet-process phosphoric acid, sulfuric acid, etc.).* **Удобрения на основе азотнокислотной переработки фосфатного сырья: NP-удобрения, NPK-удобрения, кальцийазотосульфат (CNS)** ***FERTILIZERS BASED ON NITRIC ACID PROCESSING OF PHOSPHATE RAW MATERIALS: NP FERTILIZERS, NPK-FERTILIZERS, CALCIUM NITROGEN SULPHATE (CNS)*** **Азотно-кальциевые (NCa) удобрения** Сточные воды могут появляться при проливах кислот или реакционных смесей, в этом случае предусматривается их отдельный сбор и переработка в технологии. Стоки, содержащие N/NO_3^-, P_2O_5, F^-, направляются на очистку на специализированные установки, где в основном применяются методы биологической очистки, электродиализа или ионного обмена. После очистки сточные воды повторно используются в технологическом процессе, сбрасываются в поверхностный водоем или закачиваются в водовмещающие пласты горных пород. В зависимости от баланса водопотребления-водоотведения производство может быть бессточным.	*compounds of fluorine (expressed as F); phosphates (PO_4^{3-});* азот аммонийный (NH_4^+); азот нитратный (NO_3); соединения фтора (в пересчете на F); фосфаты (PO_4^{3-}); *ammonium nitrogen (NH_4^+); nitrate nitrogen (NO_3); compounds of fluorine (expressed as F); phosphates (PO_4^{3-});* азот нитратный (NO_3^-)	

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	Nitrogen-calcium (NCa) fertilizers *Wastewater may occur in case of spills of acids or reaction mixtures; in this case there will be their separate collection and recycling.* *Wastewater containing* N/NO_3^-, P_2O_5, F^- *, are subject to treatment in specialized units where methods of biological treatment, electrodialysis or ion exchange are mostly used.* *After the treatment the sewage water is reused in the technological process, is discharged into a surface water body or injected into water-bearing rock layers. Depending on the balance of water consumption and water discharge the production may be zero-discharge.*	*nitrate nitrogen* (NO_3^-)	
	Калийные удобрения (сульфата калия) ***Potassium fertilizers (potassium sulfate)***	сульфаты (SO_4^{2-}); *sulfates* (SO_4^{2-})*;*	
	Сульфат аммония ***Ammonium sulphate***	азот аммонийный (NH_4^+) *ammonium nitrogen* (NH_4^+)	
	Удобрения на основе переработки аммиака и азотной кислоты: аммиачная селитра (АС), известково-аммиачная селитра (ИАС) ***Fertilisers based on the processing of ammonia and nitric acid: ammonium nitrate (AC), calcium ammonium nitrate (CAN)***	Азот аммонийный (NH_4^+); азот нитратный (NO_3^-); *Ammonium nitrogen* (NH_4^+)*;* *nitrate nitrogen* (NO_3^-)*;*	
	Азотосульфат (NS) ***Nitrogen sulphate (NS)***	азот аммонийный (NH_4^+); *Ammonium nitrogen* (NH_4^+)*;*	
	NK-удобрения ***NK-fertilizers***	азот аммонийный (NH_4^+); азот нитратный (NO_3^-); *Ammonium nitrogen* (NH_4^+)*;* *nitrate nitrogen* (NO_3^-)*;*	
	Азотно калийные (NK) ***Nitrogen potassium (NK)***	азот нитратный (NO_3^-); *nitrate nitrogen* (NO_3^-)*;*	

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	Натриевая селитра Постоянные загрязненные сточные воды отсутствуют. Периодические сбросы образуются при промывке оборудования, трубопроводов, нештатных смывках проливов растворов аммиачной селитры. Возвращение в процесс загрязненных сточных вод и сухих просыпей запрещено техникой безопасности. Возможна их передача для обработки на других производствах. ***Sodium nitrate*** *No constant contaminated wastewater. Intermittent discharges occur at washing of the equipment, pipelines, and emergency spills of ammonium nitrate solutions. It is prohibited by safety regulations to return wastewater and dry spillage to the process. Their transfer for processing in other industries is possible.*	азот нитратный (NO_3^-) *nitrate nitrogen (NO_3^-);*	
	Производство карбамида, карбамидно-аммиачной смеси (КАС) Сточная вода после очистки может использоваться на водоподготовке для получения котловой воды или на подпитке водооборотного цикла. ***The production of urea, urea-ammonium nitrate (UAN)*** *Waste water after cleaning can be used on the treatment to obtain boiler feed water or to recharge the water cycle.*	Азот аммонийный (NH_4^+); Карбамид *Ammonium nitrogen (NH_4^+); Urea*	
ИТС 3-2015 «Производство меди» *BREF 3-2015 "Copper production"*	Используемая при производстве меди вода в основном циркулирует в замкнутых циклах, и сброс промышленных стоков в водные объекты предприятиями отрасли незначителен. *Used in the production of copper water mostly circulates in closed cycles, and the discharge of industrial effluents into the water bodies by the enterprises is insignificant.*	As, Cu, Ni, Zn, взвешенные вещества, pH *As, Cu, Ni, Zn, suspended solids, pH*	Указан средний уровень концентраций загрязняющих веществ в прямых сбросах, образующихся при производстве меди, в принимающие водные объекты: As ≤ 0,2 мг/л; Cu ≤ 1,0 мг/л; Ni ≤ 0,5 мг/л; Zn ≤ 1,0 мг/л; взвешенные вещества ≤ 25 мг/л; pH — 6–9,5 ед. *It shows the average concentrations of contaminants in direct discharges from the production of copper in the receiving water bodies: As ≤ 0.2 mg/l; Cu ≤ 1.0 mg/l; Ni ≤ 0.5 mg/l; Zn ≤ 1.0 mg/l; suspended solids ≤ 25 mg/l; pH 6-9.5 units.*
ИТС 4-2015 «Производство керамических изделий»	**Производство керамических изделий** Сточные воды образуются преимущественно при роспуске глины и в результате ее смыва при очистке оборудования. Незначительное количе-	Не установлены	Не установлены. В целом для отрасли приведена НДТ 5 «Снижение количества производственных сточных вод

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
BREF 4-2015 "Ceramic products manufacture"	ство стоков образуется при производстве огнеупорных изделий и кирпича в процессах глазурования, ангобирования, мокрой шлифовки. Дополнительное выделение сточных вод происходит при очистке смесителей, установок для нанесения глазури и ангоба, форм. Объемы стоков, как правило, невелики. Задача минимизации их воздействия на природные объекты решается путем уменьшения водопотребления, организации водооборота и внедрения систем очистки сточных вод. ***Ceramic products manufacture*** *Wastewater is produced mainly through the dissolution of clay and as the result of it washing down at equipment cleaning. A minor amount of effluents is formed in the production of refractory products and bricks in the processes of glazing, engobing, wet grinding. Additional releases of wastewater occur during cleaning of the mixing systems for applying glazes and engobes, forms. The amount of waste, as a rule, is small. The task of minimizing their impact on natural objects is solved by reducing water consumption, organization of water supply and introduction of wastewater treatment.* **Производство керамического кирпича** Производственные сточные воды образуются преимущественно на участках водоподготовки и упаковки готовой продукции. На многих предприятиях такие сточные воды вместе с хозяйственно-бытовыми передаются на очистку в централизованные системы водоотведения. ***Ceramic bricks manufacture*** *Industrial wastewater is produced mainly in the areas of water treatment and packaging of finished products. In many enterprises this sewage water along with household one are sent for cleaning to the centralized sewage system.* **Производство облицовочной и напольной плитки** Производственные стоки формируются при очистке оборудования для подготовки сырья и глазурования, в процессе обезвоживания масс на ротационных и фильтр-прессах, а также при мокрой шлифовке. Воду нередко используют в замкнутом цикле с коэффициентом рециркуляции до 90 %. Излишек глазури собирают и возвращают обратно в производственный цикл. Хозяйственно-бытовые сточные воды преимущественно передаются в централизованные системы водоотведения.	*Not determined*	при выпуске керамических изделий». В документе описаны технические решения, применение которых позволит снизить водопотребление и содержание загрязняющих веществ в сточных водах. *Not determined.* *Overall for the industry there is BAT 5 "The amount of production wastewater reduction in ceramic products manufacture". The document describes technical solutions, the use of which will reduce water consumption and pollutant content in wastewater.* Для производства керамической плитки приведена НДТ 13 «Повторное использование производственных сточных вод в производстве керамической плитки», в которой указана степень рециркуляции воды при повторном использовании в водооборотных системах (до 90 % без учета испарения).

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	Facing and floor tiles manufacture *Industrial wastewater is produced during cleaning of equipment for raw material preparation and glazing, in the process of dehydration of masses on a rotating and filter presses, as well as in wet grinding. Water is often used in a closed circle with a recycling rate up to 90 %. The excess glaze collected and recycled back into the production cycle. Sanitary wastewater mainly goes to the centralized sewage system.* **Производство огнеупорных изделий** Производственные стоки образуются в результате промывки технологического оборудования, а также при мокрой шлифовке. Нередко производственные сточные воды используют повторно в замкнутом цикле. ***Refractory products manufacture*** *The industrial wastewater is produced during cleaning of process equipment, as well as in wet grinding. Often, industrial wastewater is reused in a closed loop.* **Производство санитарно-технических изделий из керамики** Сточные воды образуются в результате промывки массоподготовительного и литейного оборудования, при глазуровании и мокрой шлифовке. В таких водах присутствуют те же вещества, что и в сырьевых материалах, поэтому их используют повторно (в основном как промывные воды). ***Sanitary ceramics manufacture*** *The wastewater is produced during washing, stock preparation and casting equipment, in glaze and wet sanding. Such water contains the same substances as raw materials, so it is used repeatedly (mostly as rinse water).* **Производство керамических хозяйственных и декоративных изделий (посуды)** Сточные воды образуются при промывке массоподготовительного оборудования и очистке установок глазурования и декорирования, в ходе обезвоживания масс на ротационных и фильтр-прессах, при мокрой шлифовке. В составе стоков присутствуют те же вещества, что и в сырьевых материалах. Для очистки сточных вод применяют процессы флокуляции, седиментации, филь-		*For ceramic tiles manufacture there is BAT 13 "Reuse of industrial wastewater in ceramic tiles manufacture", which includes the degree of water recirculation at the repeated use in water circulation systems (up to 90 % excluding evaporation).* Для производства санитарно-технических изделий приведена НДТ 17 «Повторное использование сточных вод в производстве санитарно-технический изделий из керамики», устанавливающая показатель «повторное использование сточных вод в производстве санитарно-технический изделий из керамики» (30–50 % от общего количества). *For sanitary ceramics manufacture there is BAT 17 "Reuse of wastewater in the production of sanitary-technical products from ceramics", which determines the parameter "Reuse of wastewater in the production of sanitary-technical ceramics" (30-50% of the total amount).*

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	трации и др. В сточных водах российских предприятий по производству керамических изделий определяют обычно содержание взвешенных веществ, хлоридов и сульфатов. После механической очистки осветленную воду направляют на повторное использование в цеха предприятий. ***Manufacture of ceramic household and ornamental products (tableware)*** *The wastewater is produced at cleaning of stock preparation equipment and glazing and decorating equipment in dehydration of the masses on a rotational and filter presses for wet grinding. The effluent contains the same substances as the raw materials. Flocculation, sedimentation, filtration processes, etc. are used for wastewater treatment.* *In the wastewater of Russian enterprises for the production of ceramic products, they normally determine the concentration of suspended solids, chlorides and sulfates. After mechanical treatment clear water is sent for re-use in workshops.* **Производство технических изделий из керамики** Производственные сточные воды образуются в результате промывки массоподготовительного и литейного оборудования, очистки установок глазурования и ангобирования, при мокрой шлифовке. В производственных сточных водах присутствуют те же вещества, что и в сырьевых материалах. Для их очистки применяют процессы флокуляции, концентрирования, фильтрования (с применением фильтр-прессов). ***Technical ceramics manufacture*** *Industrial wastewater is produced at cleaning of stock preparation equipment and foundry equipment, cleaning of glazing and engobing equipment at wet sanding. Industrial wastewater contains the same substances as the raw materials. The processes of flocculation, concentration, filtration (using filter presses) are used for wastewater treatment.*		
ИТС 5-2015 «Производство стекла»	Производственные сточные воды образуются как в процессе охлаждения технологического оборудования, так и при огранке и шлифовке изделий. Сброс сточных вод в водные объекты или в центральные системы водоотведения предприятиями отрасли незначителен.	Не установлены	Не установлены

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
BREF 5-2015 "Glass manufacture"	*Industrial wastewater is produced in the cooling process, in cutting and grinding processes. The discharge of wastewater into the water bodies or to the Central Sewerage system of the enterprises of the sector is insignificant.*	*Not determined*	*Not determined*
ИТС 6-2015 «Производство цемента» *BREF 6-2015 "Cement manufacture"*	В основном цементная промышленность не имеет производственных сточных вод. При сухом или полусухом способе производства вода используется в небольшом количестве только для процесса очистки. Сбросов нет, т. к. вода возвращается в производственный цикл. При полумокром способе шлам обезвоживается в фильтр-прессах. При мокром способе вода используется для помола сырьевых материалов. Сырьевые материалы часто имеют высокую влажность. Шлам вначале направляется на сушку или используется для питания печи, где вода испаряется. Вода, которая иногда используется для охлаждения клинкера, испаряется в процессе охлаждения при высокой температуре клинкера. *Basically, cement manufacture does not have industrial sewage. At dry or semi-dry method of production, water is used in small quantities only for the cleaning process. There are no discharges, because the water is returned to the production cycle. At semi-wet method, the slurry is dewatered in filter presses. In the wet method, water is used for raw materials grinding. Raw materials often have high humidity. The slurry first goes to drying or is used to power furnaces, where the water evaporates.* *Water, which is sometimes used for clinker cooling, evaporates in the cooling process at high temperatures of clinker.*		
ИТС 7-2015 «Производство извести» *BREF 7-2015 "Lime manufacture"*	Вода в производстве извести используется: — для промывки известняка, содержащего глину и песок; — для добавления в шихту при мокром способе обжига; — для охлаждения барабанных холодильников; — для охлаждения горелок. На российских предприятиях вода возвращается в технологический процесс после отстаивания, очистки от твердых частиц и охлаждения в градирнях. Вода, используемая при мокром способе обжига, не образует стоков, т. к. полностью испаряется на стадии сушки и обжига. *Water in lime production is used:* *— for cleaning of limestone, clay and sand;* *— to be added to the mixture in the wet method of burning;* *— for cooling drum coolers;* *— for cooling the burners.* *Russian enterprises return water to the process after settling, purification from solid particles and cooling in cooling towers. The water used in the wet method of burning does not produce effluent because it is completely vaporized at the stage of drying and burning.*		
ИТС 8-2015 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»	Межотраслевой справочник носит методический характер, содержит обобщенную информацию и не содержит конкретных технологических показателей или перечней маркерных веществ для различных отраслей промышленности.		

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
BREF 8-2015 "Wastewater treatment in the production of products (goods), performance of works and provision of services at large enterprises"	*Inter-industry reference book is methodological in nature, contains summarized information, and does not contain a specific technological parameters or lists of marker substances for different industries.*		
ИТС 9- 2015 «Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов)» *BREF 9 - 2015 "Waste treatment by thermal method (waste incineration)"*	При термическом обезвреживании отходов техническая вода используется в газоочистке от кислых газов (в мокрых скрубберах, скрубберах Вентури). Правила пожарной безопасности предусматривают обеспечение подвода воды к блоку загрузки сырья. При теплообменных процессах вода используется как холодный теплоноситель. Вода применяется и в парогенерации (в основном при пиролизе и газификации). Качество воды после применения отличается от исходного. Периодически требуется очистка воды. *In the thermal waste treatment process, water is used in the gas purification from acid gases (wet scrubbers, Venturi scrubbers). Fire safety rugulations provide the supply of water to the block of raw material loading. In heat exchange processes, water is used as cold thermal medium. Water is used in steamgeneration (mostly during pyrolysis and gasification).Water quality after its usage differs from the initial one. Water treatment is periodically required.*	Приведен примерный перечень загрязняющих веществ в сбросах с систем мокрой газоочистки установок термического обезвреживания отходов. *It provides an indicative list of pollutants in discharges from the systems of wet gas cleaning of thermal waste equipment.*	Приведены текущие уровни загрязнения сточных вод в сбросах с систем мокрой газоочистки установок термического обезвреживания отходов. *It provides the current levels of contamination of wastewater in discharges from the systems of wet gas cleaning of thermal waste equipment.*
ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов»	Описаны технологические процессы и оборудование, применяемые при очистке сточных вод централизованных систем водоотведения поселений и городских округов. Перечислены энергоэффективные, ресурсосберегающие организационные и технические способы, методы, позволяющие снизить негативное воздействие на окружающую среду. Определены решения, являющиеся НДТ, установлены технологические показатели НДТ. Для городских сточных вод характерны неравномерность расхода и непредсказуемость состава загрязняющих веществ. Это затрудняет производственный контроль и для предприятий-абонентов, и для организаций водопроводно-	Термин «маркерные вещества» к сбросам городских сточных вод в справочнике не применяется. Нормируемые для очистных сооружений показатели различаются по возможности их расчета/прогнозирования. Меньшая часть загрязняющих веществ относится к рас-	Технологические показатели установлены для 23 наилучших доступных технологий (НДТ 4е, НДТ 6а, НДТ 6б, НДТ 6в, НДТ 6г, НДТ 6д, НДТ 7а, НДТ 7в, НДТ 7г, НДТ 7д, НДТ 7е, НДТ 7ж, НДТ 7з, НДТ 8а, НДТ 8б, НДТ 8в, НДТ 8г, НДТ 8д, НДТ 9а, НДТ 9б, НДТ 10а, НДТ 10б, НДТ 10в) по следующим веществам: — взвешенные вещества; — $БПК_5$; — ХПК; — азот аммонийный;

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	канализационного хозяйства. Для выборки из 200 объектов приведена градация очистных сооружений городских сточных вод по качеству очистки на основе интегрального показателя (отношение фактической концентрации загрязняющего вещества к его целевому технологическому показателю — ИКПО). Выделены следующие категории очистных сооружений: — современные, построенные (реконструированные) по технологиям удаления азота и фосфора (ИКПО менее 7); — достаточно хорошо работающие (как минимум с денитрификацией) (ИКПО 7–10); — нереконструированные (либо реконструированные недостаточно удачно), работающие хорошо, превышающие целевой технологический показатель немногим более чем в 2 раза (ИКПО 10–15); — работающие удовлетворительно по технологии полной биологической очистки (ИКПО 15–30); — работающие плохо (ИКПО более 30). Объектам с хорошим качеством очистки (ИКПО менее 15) предлагается предоставить отсрочку на реконструкцию до 7 лет (приравнять используемую ими технологию к временной НДТ).	четным, на их целевое содержание может быть выполнен технологический расчет сооружений очистки городских стоков на базе биологического процесса. Эти вещества называются технологическими показателями биологической очистки сточных вод. Для поверхностных сточных вод маркерное вещество — нефтепродукты. Показатель отражает глубину очистки поверхностных стоков от селитебных территорий, т. к. невозможно глубоко удалить нефтепродукты без глубокого удаления взвешенных веществ. Но нефтепродукты лишь косвенно характеризуют загрязненность очищенных поверхностных сточных вод другими веществами менее характерными для стока с селитебной территории.	— азот-нитраты; — азот-нитриты; — фосфор-фосфаты; — нефтепродукты.
BREF 10-2015 "Wastewater treatment with the use of centralized Sewerage systems for settlements and	*It describes the processes and machinery used in treatment of wastewater of centralized sewage systems of settlements and urban districts. It enumerates energy-efficient, resource-saving organizational and technical methods to reduce negative impact on the environment. It provides solutions that are BAT, determines technological parameters for BAT.*	*The term "marker substance" to the municipal wastewater discharges in the reference books is not applied.*	*Technological parameters have been determined for 23 best available technologies (BAT 4e, BAT 6a, BAT 6b, BAT 6c, BAT 6g, BAT 6e, BAT 7a, BAT 7c, BAT 7d, BAT 7e, BAT 7f, BAT 7g, BAT 7h, BAT 8a, BAT 8b, BAT 8c, BAT 8d,*

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
urban districts"	*Urban wastewater is characterized by uneven flow and the unpredictability of contaminants. This complicates production control for enterprises and organizations of water and sewage facilities.* *For a sample of 200 objects there is a gradation of treatment facilities of urban wastewater on the quality of cleaning on the basis of the integral index (the ratio of the actual concentration of the contaminant to its target technology indicator — IKPO). It identifies the following categories of treatment facilities:* *— modern, built (reconstructed) technologies of removal of nitrogen and phosphorus (IKPO less than 7);* *— working quite well (at least with denitrification) (IKPO 7-10);* *— unreconstructed (or unsuccessfully reconstructed), working well, exceeding targeted technology figure slightly more than 2 times (IKPO 10-15);* *— working satisfactorily by full biological treatment (IKPO 15-30);* *— working poorly (IKPO more than 30).* *For objects with good quality of cleaning (IKPO less than 15) it is proposed to provide a reprieve for the reconstruction of up to 7 years (equate the used by them technology to the temporary BAT).*	*Standard for wastewater treatment plants parameters differ according to whether they are possible to calculate/predict. A smaller amount of pollutants refer to the calculated, process design for treatment of urban wastewater on the basis of biological process can be performed for their targeted content. These substances are called technological parameters of biological wastewater treatment.* *For surface runoff the marker substance is petroleum products. The index reflects the depth of clearance of surface sewage from residential areas, because it is impossible to deeply remove oil without deep removal of suspended solids. But petroleum products only indirectly characterize the contamination of the cleaned surface runoff by other substances, less common for the runoff from residential areas.*	*BAT 8e, BAT 9a, BAT 9b, BAT 10a, BAT 10b, BAT 10c) on the following substances:* *— suspended solids;* *— BOD_5;* *— COD;* *— ammonium nitrogen;* *— nitrogen-nitrates;* *— nitrogen-nitrite;* *— phosphorus-phosphates;* *— petroleum products.*
ИТС 11-2016 «Производство алюминия» *BREF 11-2016 "Aluminium production"*	Сточные воды в водные объекты не сбрасываются. Применяется замкнутая система с очисткой сливов, находящихся в обороте. Сброс сточных вод на глиноземных заводах может иметь место только в аварийных ситуациях. *Wastewater is not discharged into water bodies. A closed system with drains cleaning is used. The discharge of wastewater in alumina plants can take place only in emergency situations*		

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
ИТС 12-2016 «Производство никеля и кобальта»	Производственные сточные воды на предприятиях отрасли образуются с следующих случаях. — При флотационном разделении файнштейна на медный и никелевый концентраты. Жидкая фаза, образующаяся при обезвоживании продуктов флотации (никелевого и медного концентратов), направляется в систему оборотного водоснабжения участка. Избыточное количество воды подается в производственную канализацию. Вода не сбрасывается в природные объекты. — При получении катодного никеля. Сточные воды образуются в результате получения карбоната никеля и вследствие использования в очистных операциях основных реагентов — серной кислоты, соды каустической и хлора. — При получении частично восстановленного никелевого огарка (порошка никелевого трубчатых печей, ПНТП) вода используется в самотечных коллекторах оборотной системы. — В процессе электролиза никеля солевые стоки цеха электролиза никеля (ЦЭН) отводятся на очистные сооружения общего стока комбината, где подвергаются известковой очистке и сбрасываются в озеро. Самостоятельные сточные воды в процессе кобальтового производства не образуются, поскольку все полупродукты перерабатываются в гидрометаллургическом отделении никелевого производства.	Мышьяк (As), свинец (Pb), цинк (Zn), никель (Ni), кобальт (Co), взвешенные вещества	Технологические показатели установлены по средним уровням концентраций загрязняющих веществ в прямых сбросах, образующихся при производстве никеля и кобальта, в принимающие водные объекты (НДТ 20 «Очистка сточных вод, образующихся при производстве никеля и кобальта, с целью удаления металлов и сульфатов»): As ≤ 0,2 мг/л; Pb ≤ 1,0 мг/л; Ni ≤ 2,5 мг/л; Zn ≤ 1,0 мг/л; Co ≤ 0,5 мг/л; взвешенные вещества ≤ 50 мг/л; pH — 6–10 ед.
BREF 12-2016 "Production of nickel and cobalt "	*Industrial wastewater in the industry are produced in the following cases.* *— At floatation separation of Converter matte into copper and nickel concentrates. The liquid phase formed during the dehydration of products of flotation (nickel and copper concentrates), is sent to a water recycling station. An excessive amount of water is supplied to industrial sewerage. The water is not discharged into natural water bodies.* *— In the production of cathode nickel. Wastewater is produced as a result of nickelous carbonate production due to the use in the clean-up operations the main reagents — sulphuric acid, caustic soda and chlorine.* *— In the production of partially recovered nickel calcine (pipe furnace nickel powder) water is used in automatic flow tanks of recycling systems.* *— At nickel electrolysis salt wastewater of nickel electrolysis shop is discharged to the plant treatment facilities of total flow, where it is subjected to lime treatment and is discharged into the lake.* *Independent waste water in the process of production of cobalt is not produced, as all the intermediates are processed in the hydrometallurgical shop of nickel production.*	*Arsenic (As), Lead (Pb), Zinc (Zn), Nickel (Ni), Cobalt (Co), Suspended solids*	*Technological parameters are determined for the average concentrations of contaminants in direct discharges from the production of nickel and cobalt in the receiving water bodies (BAT 20 "Wastewater treatment from the nickel and cobalt production, to remove metals and sulfates"):* *As ≤ 0.2 mg/l; Pb ≤ 1.0 mg/l; Ni ≤ 2.5 mg/l; Zn ≤ 1.0 mg/l, Co ≤ 0.5 mg/l; suspended solids ≤ 50 mg/l; pH 6-10 units.*

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
ИТС 13-2016 «Производство свинца, цинка и кадмия»	При производстве свинца и олова основные загрязняющие вещества в стоках — металлы и их соединения (Zn, Cd, Pb, Cu, Hg, Se, As, Ni, Co, Cr), хлориды, фториды, сульфаты. Сточные воды образуются на этапах газоочистки, на стадии удаления ртути, при грануляции шлака и др. При производстве цинка и кадмия основные загрязняющие вещества в стоках — металлы и их соединения (Zn, Cd, Pb, Cu, Hg, Se, As), хлориды, фториды, сульфаты. Сточные воды образуются на этапах обжига и газоочистки, при грануляции шлака, случайных утечках из различных гидрометаллургических процессов и др.	Мышьяк (As), кадмий (Cd), медь (Cu), свинец (Pb), цинк (Zn), взвешенные вещества, pH	Общие технологические показатели установлены по среднему уровню концентраций загрязняющих веществ в сбросах, образующихся при производстве свинца, олова, цинка и кадмия, в принимающие водные объекты (НДТ 14 «Сокращение сбросов загрязняющих веществ со сточными водами: очистка сточных вод, образующихся при производстве свинца, олова, цинка и кадмия с целью удаления металлов и сульфатов»): As ≤ 0,2 мг/л; Cd ≤ 0,5 мг/л; Cu ≤ 1,0 мг/л; Pb ≤ 1,0 мг/л; Zn ≤ 1,2 мг/л; взвешенные вещества ≤ 25 мг/л; pH 6–9,5 ед.
BREF 13-2016 "Production of lead, zinc and cadmium"	*In the production of lead and tin the main pollutants in the effluent are metals and their compounds (Zn, Cd, Pb, Cu, Hg, Se, As, Ni, Co, Cr), chlorides, fluorides, sulphates. Wastewater is produced at the stages of gas purification, at the stage of removal of mercury, in slag granulation etc. In the production of zinc and cadmium the main pollutants in the effluent are — metals and their compounds (Zn, Cd, Pb, Cu, Hg, Se, As), chlorides, fluorides, sulphates. Wastewater is produced at stages of burning and gas cleaning in slag granulation, accidental leaks from various hydrometallurgical processes, etc .*	*Arsenic (As), cadmium (Cd), copper (Cu), lead (Pb), zinc (Zn), suspended solids, pH*	*General technological parameters determined by the average concentrations of pollutants in the effluents produced during the production of lead, tin, zinc and cadmium in receiving water bodies (BAT 14 "Reducing the discharge of pollutants with wastewater: treatment of wastewater from the production of lead, tin, zinc and cadmium in order to remove metals and sulfates"): As ≤ 0.2 mg/l; Cd ≤ 0.5 mg/l; Cu ≤ 1.0 mg/l; Pb ≤ 1.0 mg/l; Zn ≤ 1.2 mg/l; suspended solids ≤ 25 mg/l; pH 6-9,5 units.*
ИТС 14-2016 «Производство драгоценных металлов»	Предприятия, имеющие право на аффинаж драгоценных металлов, как правило, не сбрасывают сточные воды в водные объекты, подземные горизонты, поля фильтрации, земледельческие поля орошения, накопители. Они сбрасывают сточные воды в централизованную систему канализации. Информация по сбросам в производстве драгоценных металлов крайне ограничена. Известно, что на отдельных предприятиях технологические процессы имеют замкнутый цикл и образующиеся растворы не поступают в систему канализации или выпариваются до влажных солей.	Серебро (Ag), мышьяк (As), кадмий (Cd), медь (Cu), ртуть (Hg), никель (Ni), свинец (Pb), цинк (Zn)	Приведены значения среднесуточных концентраций загрязняющих веществ в прямых сбросах при производстве драгметаллов в принимающие водные объекты (НДТ 25 «Сокращение сбросов загрязняющих веществ со сточными водами путем очистки сточных вод, образующихся при производстве цветных металлов, в том числе со стадии промывки в вельц-печах, сбросов с целью удаления металлов и сульфатов»): Ag ≤ 0,6 мг/л; As ≤ 0,1 мг/л; Cd ≤ 0,5 мг/л; Cu ≤ 0,3 мг/л; Hg ≤ 0,05 мг/л; Ni ≤ 0,5 мг/л; Pb ≤ 0,5 мг/л; Zn ≤ 0,4 мг/л

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
Its 14-2016 "Precious metals production"	*Enterprises eligible for the refining of precious metals, as a rule, do not dump waste water into water bodies, underground aquifers, filtration fields, agricultural field irrigation, storages. They discharge their sewage into the Central sewage system. Information on emissions in the production of precious metals is extremely limited. It is known that at some enterprises technological processes are closed circle type and the resulting solutions do not enter the sewage system or are not evaporated to wet salts.*	*Silver (Ag), arsenic (As), cadmium (Cd), copper (Cu), mercury (Hg), Nickel (Ni), lead (Pb), zinc (Zn)*	*It provides the values of average daily concentrations of pollutants in direct discharges to the receiving water bodies in the production of precious metals (BAT 25 "Reducing the discharge of pollutants with waste water by cleaning waste water from the production of non-ferrous metals, including washing in stage Waelts kilns, discharges to remove metals and sulfates"): Ag ≤ 0.6 mg/l; As ≤ 0.1 mg/l; Cd ≤ 0.5 mg/l; Cu ≤ 0.3 mg/l; Hg ≤ 0.05 mg/l; Ni ≤ 0,5 mg/l; Pb ≤ 0.5 mg/l; Zn ≤ 0.4 mg/l*
ИТС 15-2016 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов)» *BREF 15-2016 "Recycling and waste neutralization (except thermal disposal (incineration)"*	При оценке воздействия на водные объекты приоритет отдается процессам без образования сточных вод, в том числе с оборотным водоснабжением. При этом ряд технологий, описанных в справочнике, предусматривают сбросы сточных вод: механическая утилизация пластиковых отходов; утилизация пластмассовых изделий, основанных на химических методах; утилизация биологических отходов, основанная на физических методах; утилизация зол и шлаков в качестве добавки для производства стройматериалов и др. Для этих отходов НДТ не выявлены из-за недостаточности данных от организаций, осуществляющих разработку технологий и оборудования, эксплуатирующих объекты по утилизации и обезвреживанию отходов. *In the assessment of impacts on water bodies, priority is given to the processes without formation of wastewater, including water to be recycled. However, a number of technologies described in the reference book include wastewater discharges: mechanical recycling of plastic waste; disposal of plastic products based on chemical methods; disposal of biological waste, based on physical methods; utilization of ash and slag as an additive for production of construction materials etc. For these wastes, BAT is not determined due to the lack of data from the organizations engaged in the development of technologies and equipment, operating disposal facilities and disposal of waste.*	Приведены концентрации содержания нефтепродуктов (не более 50 мг/дм^3) и взвешенных веществ (не более 50 мг/дм^3) после очистки сточных вод для НДТ 1 «Наилучшие доступные технологии для утилизации и обезвреживания нефтесодержащих отходов физическим разделением на фазы» и НДТ 7 «Наилучшие доступные технологии для утилизации фильтров и фильтровальных материалов, утративших потребительские свойства». *It provides the concentrations of petroleum products (not more than 50 mg/dm^3) and suspended solids (not more than 50 mg/dm^3) after wastewater treatment for BAT 1"Best available techniques for the recycling and disposal of oily wastes by physical separation into phases" and BAT 7 "Best available techniques for disposal of filters and filter materials, which have lost their consumer properties".*	
ИТС 16-2016 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы»	Является межотраслевым справочником и носит методический характер, содержит обобщенную информацию и не содержит конкретных технологических показателей или перечней маркерных веществ для различных отраслей промышленности.		

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
BREF 16-2016 "Mining industry. Common processes and methods"	*Is an inter-industry reference book and is methodological in nature, contains summarized information and does not contain specific technological parameters or lists of marker substances for different industries.*		
ИТС 17-2016 «Размещение отходов производства и потребления»	Отвод, использование, очистка и рециркуляция фильтрационных, дренажных и ливневых вод осуществляется на следующих объектах: — отвалы отходов добычи полезных ископаемых (отвод); — системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в подземный резервуар (отвод); — хранилища для отходов обрабатывающих производств, кроме отвалов (отвод, использование, очистка и рециркуляция); — полигоны приповерхностного захоронения производственных отходов (отвод, использование, очистка и рециркуляция); — объекты захоронения твердых, коммунальных отходов (отвод, использование, очистка и рециркуляция); — хранилища для отходов добычи и/или обогащения полезных ископаемых, кроме отвалов (отвод, использование, очистка); — отвалы отходов обрабатывающих производств (использование, очистка); — хранилища для отходов производства электроэнергии и пара, кроме отвалов (отвод, использование). Недостаточно данных по обращению с фильтрационными, дренажными и ливневыми водами по следующим объектам: — отвалы отходов обогащения полезных ископаемых; — отвалы отходов производства электроэнергии и пара; — системы подземного захоронения жидких и разжиженных отходов, при захоронении в пласт-коллектор; — системы подземного захоронения твердых и отверженных отходов.	Приведены наилучшие доступные технологии. 1. НДТ$_{о/вод1}$ «Очистка дренажных и ливневых вод перед их сбросом в водные объекты». Предусматривает очистку вод на собственных очистных сооружениях или сдачу сторонним организациям. Количественные технологические показатели отсутствуют Приведены показатели технологии описательного характера: — соответствие качества дренажных и ливневых вод требованиям к качеству вод, принимаемых для очистки очистными сооружениями; — соответствие качества дренажных и ливневых вод после очистки требованиям к качеству воды водоприемника. 2. НДТ$_{о/вод2}$ «Рециркуляция фильтрационных и дренажных вод при размещении твердых коммунальных отходов». Воды перекачиваются насосом из емкостей для накопления на верхнюю площадку участка размещения отходов, где распыляются по поверхности массива отходов. Контрольные показатели технологии не выявлены.
BREF 17-2016 "Disposal of production and consumption waste "	*The withdrawal, usage, treatment and recycling of seepage, drainage and stormwater is carried on the following sites:* *—mineral extraction waste landfills (withdrawal);* *— underground storages of liquid and liquefied wastes, with disposal in an underground reservoir (withdrawal);* *— storages of processing industries wastes, in addition to dumps (withdrawal, usage, treatment and recycling);* *— polygons of near-surface disposal of industrial wastes (withdrawal, usage, treatment and recy-*	*It provides the best available technique.* *1. BAT$_{о/вод1}$"Cleaning of drainage and stormwater prior to discharge into water bodies". It provides water treatment on private wastewater treatment plants, or delivery to the third parties.* *Quantitative technology data is not available. It provides technological parameters of a descriptive character:* *— compliance of drainage and storm water quality to the requirements of water taken for cleaning on treatment facilities;*	

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	cling); *— landfills of solid municipal wastes (withdrawal, usage, treatment and recycling);* *— storages of mining waste and/or beneficiation of minerals, in addition to dumps (withdrawal, usage, cleaning);* *— dumps of wastes of manufacturing (usage, cleaning);* *— storages of waste from the production of electricity and steam (withdrawal, usage).* *There is insufficient data on the treatment of filtration, drainage and storm water for the following sites:* *— dumps of mineral processing waste;* *— waste landfills of electricity and steam production waste;* *— underground storages of liquid and liquefied wastes at a burial place in the reservoir;* *— systems of underground disposal of solid and solid waste.*	*— compliance of drainage and storm water quality after cleaning to the requirements to water quality of receiving waters.* *2. BAT* $_{\text{о/вод1}}$*"Recycling of seepage and drainage waters in disposal of solid municipal waste". Water is pumped by the pump from the tanks to be accumulated on the upper area of the waste disposal site, where it is sprayed on the surface of the solid waste. Technology target parameters are not determined.*	
ИТС 18-2016 «Производство основных органических химических веществ» *BREF 18-2016 "Production of basic organic chemicals"*	На большинстве таких производств образуются сточные воды, которые проходят очистку на водоочистных сооружениях и сбрасываются в водные объекты. Некоторые предприятия не сбрасывают сточные воды, после очистки возвращая их в технологический процесс. Серьезный источник химически загрязненных сточных вод — крупные производства основного органического и нефтехимического синтеза. Для разных производств характерны стоки определенного состава, что предполагает выбор собственного метода и оборудования очистки. Образованные в процессе химического производства стоки могут сбрасываться в магистральную канализацию. *Most of these industries generate wastewater that is treated on wastewater treatment plants and discharged into the water bodies. Some enterprises do not dump waste water, and after its treatment return it to the process.* *A major source of chemically polluted wastewaters — large-scale production of basic organic and petrochemical synthesis. Different industries are characterized by the effluents of a particular composition, which involves selecting of a special method and equipment of its treatment.* *Produced in the process of chemical production wastewater can be discharged into the trunk sewer.*		Технологические показатели в производстве основных органических химических веществ установлены по текущим уровням эмиссии (сбросов) загрязняющих веществ. *Technological parameters in the production of basic organic chemicals are determined on current levels of emissions (discharges) of pollutants.*
	Производство этилена и пропилена	Нефтепродукты, pH, ХПК	Установлены в кг/т для разных технологий (в некоторых технологиях показатели установлены не для всех маркерных веществ)

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	Production of ethylene and propylene	*Petroleum products, pH, COD*	*Determined in kg/t for different technologies (for some technologies technological parameters were determined not for all marker substances)*
	Производство пропилена дегидрированием пропана *Production of propylene by dehydrogenation of propane*	Нефтепродукты, ХПК *Petroleum products, COD*	Установлены в кг/т *Determined in kg/t*
	Производство изобутилена *Production of isobutylene*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Установлены в кг/т для различных технологий (в т. ч. показатели при концентрировании изобутилена в г/т). *Determined in kg/t for different technologies (including the parameters for the concentration of isobutylene in g/t).*
	Производство 1,3-бутадиена *Production of 1,3-butadiene*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Установлены в г/т для разных технологий (в некоторых технологиях показатели установлены не для всех маркерных веществ). *Determined in g/t for different technologies (for some technologies technological parameters are determined not for all marker substances).*
	Производство изопрена *Production of isoprene*	pH, ХПК *pH, COD*	Установлены в кг/т *Determined in kg/t*
	Производство бензола *Production of benzene*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Установлены в кг/т (показатели установлены не для всех маркерных веществ). *Determined in kg/t (parameters are determined not for all marker substances).*
	Производство этилбензола *Production of ethylbenzene*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Рассмотрены две технологии. Показатели установлены по ХПК и pH для одной и по нефтепродуктам и pH — по другой. *It considers two technologies. Parameters are determined for COD and pH for one, and for oil products and pH — for another.*
	Производство кумола, фенола, ацетона. В справочнике отсутствуют данные по обращению со сточными водами при производстве фенола и ацетона. *Production of cumene, phenol, acetone. In the reference book there is no data on the treatment of wastewater in the production of phenol and acetone.*	pH, ХПК *pH, COD*	Установлены для кумола в г/т. По фенолу и ацетону показателей нет. *Determined for cumene in g/t. Phenol and acetone have no parameters.*

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	Производство стирола *Production of styrene*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Установлены по совместному производству оксида пропилена и стирола в г/т. *Determined on the joint production of propylene oxide and styrene in g/t.*
	Производство α-метилстирола *Production of α-methylsterol*	pH, ХПК *pH, COD*	Не установлены *Not determined*
	Производство метанола. Данных по сбросам в окружающую среду нет *Production of methanol. No data on emissions into the environment.*	ХПК *COD*	Не установлены *Not determined*
	Производство оксида этилена *Production of ethylene oxide*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Установлены в кг/т для совместного производства окиси этилена и гликолей. Установлены в кг/т по показателю ХПК для оксида этилена. *Determined in kg/t for co-production of ethylene oxide and glycols. Determined in kg/t for COD for ethylene oxide.*
	Производство оксида пропилена *Production of propylene oxide*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Установлены в г/т по совместному производству оксида пропилена и стирола. *Determined in g/t for the joint production of propylene oxide and styrene.*
	Производство формальдегида *Production of formaldehyde*	pH, ХПК *pH, COD*	Установлены в кг/т *Determined in kg/t*
	Производство метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) *Production of methyl-tert-butyl ether (MTBE)*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Установлены в г/т *Determined in g/t*
	Производство метил-трет-амилового эфира (МТАЭ) и метил-втор-амиленового эфира (МВАЭ) *Production of methyl-tert-amyl ether, and methyl-sec-emilene ether*	pH, ХПК *pH, COD*	Для МТАЭ установлены в г/т по ХПК; для МВАЭ установлены в г/т по ХПК и pH *For methyl-tert-amyl ether determined in g/t for COD; for methyl-sec-emilene ether determined in g/t for COD and pH*
	Производство бутиловых спиртов *Production of butyl alcohols*	Нефтепродукты, pH, ХПК *Petroleum products, pH, COD*	Установлены в кг/т *Determined in kg/t*
	Производство 2-этилгексанола *Production of 2-ethylhexanol*	pH, ХПК *pH, COD*	Установлены в г/т *Determined in g/t*

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	Производство акриловой кислоты и ее эфиров. Сбросы сточных вод отсутствуют. *Production of acrylic acid and its esters. No wastewater discharge.*	Не применимо, стоков нет *Not applicable, no wastewaters*	Установлены для ХПК = 0 и нефтепродуктов = 0 при условии использования бессточной технологии (стоки после очистки возвращаются в процесс). *Determined for COD = 0, petroleum products = 0 assuming the use of zero-discharge technology (effluents after purification are returned to the process).*
	Производство дихлорэтана. Сбросы сточных вод отсутствуют *Production of ethylene dichloride. No wastewater discharge*	Не применимо, стоков нет *Not applicable, no wastewaters*	
	Производство винилхлорида. Сбросы сточных вод отсутствуют *Production of vinyl chloride. No wastewater discharge*	Не применимо, стоков нет *Not applicable, no wastewaters*	Установлены для ХПК = 0 и нефтепродуктов = 0 при условии использования бессточной технологии. *Determined for COD = 0, petroleum products= 0 assuming the use of zero-discharge technology.*
	Производство терефталевой кислоты *Production of terephthalic acid*	pH, ХПК *pH, COD*	Установлены в кг/т. По показателю pH установлены для постоянного и переменного стока. *Determined in kg/t For the pH parameter are determined for constant and variable flow.*
	Производство акрилонитрила *Manufacture of Acrylonitrile*	Хлорид-ион, сульфат-ион, нитрилакриловая кислота *Chloride-ion, sulfate-ion, acronitrile acid*	Установлены в кг/т *Determined in kg/t*
	Производство винилацетата *Production of vinyl acetate*	Винилацетан, ацетальдегид *Vinylacetal, acetaldehyde*	Установлены показатели по ХПК = 0 и pH = 0 при условии использования бессточной технологии. *Determined parameters for COD = 0 and pH = 0 assuming the use of zero-discharge technology.*
	Производство этанола. Сбросы сточных вод отсутствуют (замкнутый водоворот технологической воды). *Production of ethanol. No wastewater discharge*	Не применимо, стоки используются в водооборотном цикле предприятия *Not applicable, wastewater is used in the water circulating cycle of the enterprise*	
ИТС 19-2016 «Производство твердых и других неорганических химических веществ»	**Производство алюминия фтористого технического** Сточные воды нейтрализуются известковым молоком на производстве фосфорсодержащих удобрений. Собственных сбросов нет.	Соединения фтора (в пересчете на F)	Не применимо, стоков нет.

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
BREF 19-2016 "Production of solid and other inorganic chemicals"	***Production of technical aluminium fluoride*** *Wastewater is neutralized by lime milk in the production of phosphate fertilizers. No discharges.*	*Compounds of fluorine (expressed as F)*	*Not applicable, no wastewaters*
	Производство сульфата кальция Сточные воды, непосредственно сбрасываемые в водные объекты, отсутствуют. Технологические растворы и очищенные воды повторно используются в водооборотных циклах предприятий. ***Calcium sulphate production*** *No wastewater, which is directly discharged into the water bodies. Technological solutions and purified water are reused in the water circulation systems of plants.*	Соединения фтора (в пересчете на F) *Compounds of fluorine (expressed as F)*	Не применимо, стоки используются в водооборотном цикле предприятия. *Not applicable, wastewater is used in the water circulating cycle of the enterprise.*
	Производство технических, кормовых и пищевых фосфатов **Дефторированный фосфат** Технологические сточные воды при производстве дефторированных фосфатов могут образовываться при абсорбционной очистке отходящих газов, конденсации паров воды в газоходах и выхлопных трубах. Стоки могут проявляться при проливах кислот или реакционных смесей. Предусмотрен их раздельный сбор и переработка в технологии. ***Production of technical, feed and food phosphates*** ***DFP phosphate*** *Technological wastewater in the production of DFP phosphate can be produced by absorption purification of flue gas, condensation of water vapor in the flue pipes and exhaust pipes. Wastewater can occur at spills of acids or reaction mixtures. It provides their separate collection and recycling technology*	Соединения фтора (в пересчете на F) *Compounds of fluorine (expressed as F)*	Не применимо, стоки используются в водооборотном цикле предприятия. *Not applicable, wastewater used in the water circulating cycle of the enterprise.*
	Фосфаты обесфторенные кормовые Абсорбционные стоки очищаются на станции нейтрализации. ***Fluorine-free phosphates for feed*** *Absorption sewage is treated at the neutralization station.*	Соединения фтора (в пересчете на F) *Compounds of fluorine (expressed as F)*	Не применимо, стоков нет. *Not applicable, no wastewaters*
	Триполифосфат натрия Сточные воды, непосредственно сбрасываемые в водные объекты, отсутствуют. ***Sodium tripolyphosphate*** *No wastewater, which is directly discharged into the water bodies*	Соединения фтора (в пересчете на F), фосфаты (PO_4^{3-}) *Compounds of fluorine (expressed as F), phosphate (PO_4^{3-})*	Не применимо, стоков нет. *Not applicable, no wastewaters*

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	Производство карбоната кальция Техническая вода используется в водооборотном цикле предприятия. ***Production of calcium carbonate*** *Technical water is used in water circulation cycle of the enterprise.*	Аммоний-ион (NH_4^+), нитраты (по NO_3^-) *Ammonium-ion (NH_4^+), nitrates (NO_3^-)*	Не применимо, стоки используются в водооборотном цикле предприятия. *Not applicable, wastewater is used in the water circulating cycle of the enterprise.*
	Производство нитрата кальция Сточные воды направляются на смежные производства для дальнейшего использования. ***Production of nitrate of calcium*** *Wastewater is sent to related production for future use.*	Нитраты (по NO_3^-) *nitrates (NO_3^-)*	Не применимо, стоков нет. *Not applicable, no wastewaters*
	Производство соды Оборотная и отходящая речная вода с теплообменных аппаратов, вода после охлаждения оборудования, смыв с полов производственных помещений, дистиллярная жидкость без возврата в технологический процесс сбрасываются в водный объект. ***Production of soda*** *Recycling and waste river water from heat exchangers, the water after equipment cooling, washed floors of production premises, distillery liquid without returning to the process is discharged into the water body.*	Хлорид-анион (Cl^-), аммоний-ион (NH_4^+) *Chloride anion (Cl^-), ammonium ion (NH_4^+)*	Указана масса сбросов (среднее, максимальное и минимальное значение) в расчете на 1 т продукции по аммоний-иону (NH_4^+), кальцию (Ca^{2+}), сульфат-аниону (SO_4^{2-}), хлорид-аниону (Cl^-), взвешенным веществам, сухому остатку. *It specifies discharges mass (average, maximum, and minimum values) per 1 t of product for the ammonium-ion (NH_4^+), calcium (Ca^{2+}) and sulfate anion (SO_4^{2-}), chloride anion (Cl^-), suspended solids, dry residue.*
	Производство натрия кремнефтористого технического Сточные воды не образуются, так как маточные растворы утилизируются и после очистки используются в водооборотной системе. ***Production of technical sodium silicofluoride*** *Waste water is not formed as the mother solutions are utilized and after cleaning are used in water circulation system.*	Соединения фтора (в пересчете на F) *Compounds of fluorine (expressed as F)*	Не применимо, стоки используются в водооборотном цикле предприятия. *Not applicable, wastewater is used in the water circulating cycle of the enterprise.*
	Производство нитрита натрия Общецеховые стоки с торцевых уплотнений, циркуляционных насосов, выпарных аппаратов и кристаллизаторов, из маслохолодильников центрифуг, конденсация сокового пара после промывателей без очистки сбрасываются в промливневую канализацию. ***Production of sodium nitrite*** *Plant wastewater from mechanical seals, circulating pumps, evaporators and crystallizers, centrifuges oil coolers, condensation of the juice vapor after washers without treatment is discharged into the wastewater drain.*	Нитриты (по NO_2^-) *Nitrite (NO_2^-)*	Указана масса сбросов (среднее, максимальное и минимальное значение) в расчете на 1 т продукции по натрию, нитритам, хлоридам, нитратам, нефтепродуктам, сухому остатку. *It specified discharges mass (average, maximum, and minimum values) per 1 t of product for the sodium, nitrites, chlorides, nitrates, oil products, dry residue.*

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
	Производство нитрата натрия Общецеховые стоки с торцевых уплотнений, циркуляционных насосов, выпарных аппаратов и кристаллизаторов, из маслохолодильников центрифуг, конденсация сокового пара после промывателей без очистки сбрасываются в промливневую канализацию ***Production of sodium nitrate*** *Plant wastewater from mechanical seals, circulating pumps, evaporators and crystallizers, centrifuges oil coolers, condensation of the juice vapor after washers without treatment is discharged into the wastewater drain.*	Нитраты (по NO_3^-) *Nitrates (NO_3^-)*	
	Производство технических солей на основе хлорида натрия: — натрий хлористый технический галит марки «А»; — соль каменная поваренная галит марки «Б», галит ПГМ. Сточные воды непосредственно в водные объекты не сбрасываются. ***Production of technical salts based on sodium chloride:*** *— sodium chloride halite grade "A";* *— rock kitchen salt halite grade "B", halite PGM.* *Sewage directly into water bodies is not discharged*	Хлорид-анион (Cl^-) *Chloride anion (Cl^-)*	Не применимо, стоков нет. *Not applicable, no wastewater*
	Производство соединений хрома Сточные воды, требующие нейтрализации, не образуются. Конденсат от паровых линий, а также продувочные воды котлов-утилизаторов не требуют специальных решений по очистке и могут повторно использоваться в производственных процессах. Стоки, не используемые в производстве, сбрасываются в промливневую канализацию. ***Production of chromium compounds*** *Waste water that requires neutralization, is not produced. The condensate from the steam lines and blow down water heat recovery boilers do not require special cleaning solutions and can be reused in production processes. Drains that are not used in production, are discharged into wastewater drain.*	Хром трехвалентный (Cr^{3+}), хром шестивалентный (Cr^{6+}) *Trivalent chromium (Cr^{3+}), chromium hexavalent (Cr^{6+})*	Не применимо, стоки условно чистые. *Not applicable, wastewater is relatively clean.*
ИТС 20-2016 «Промышленные системы охлаждения»	Является межотраслевым справочником и содержит необходимую информацию для принятия обоснованных решений в части проектирования и эксплуатации промышленных систем охлаждения в различных отраслях экономической деятельности. Не включает обязательных технологических показателей НДТ.		

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
BREF 20-2016 "Industrial cooling system"	*Is an inter-industry reference book and contains the necessary information to make informed decisions regarding the design and operation of industrial cooling systems in various sectors of economic activities. Does not include mandatory technological parameters of BAT.*		
ИТС 21-2016 «Производство оксида магния, гидроксида магния, хлорида магния» *BREF 21-2016 "Production of magnesium oxide, magnesium hydroxide, magnesium chloride"*	**Производство оксида магния сухим способом** Образование сточных вод в производстве незначительно (в основном это хозбытовые стоки, связанные с деятельностью персонала). ***Production of magnesium oxide by dry method*** *The wastewater is produced in small amount (mostly industrial and domestic effluents connected with the activities of the staff)*	Не установлены. Установлены только для атмосферного воздуха. *Not determined. Determined only for atmospheric air.*	Сухой остаток — 1–50 кг/т; взвешенные вещества — 0,1–0,5 кг/т; ХПК — 0,03–0,4 кг/т; сульфат-анион — 0,01–0,5 кг/т. *Dry residue — 1 to 50 kg/t; suspended matter — 0.1 to 0.5 kg/t; COD — 0,03–0,4 kg/ton; sulphate-anion — 0,01–0,5 kg/t.*
	Производство оксида магния мокрым способом Значительное количество сточных вод образуется на стадиях фильтрации, репульпации и промывки гидроксида магния. Основное направление утилизации стоков: использование в производстве рассола хлорида натрия методом подземного выщелачивания каменной соли. Водоотведение хозбытовых стоков, связанных с деятельностью персонала. ***Production of magnesium oxide by wet method*** *A significant amount of wastewater is produced at the stages of filtration, repulping and washing of magnesium hydroxide. The main direction of utilization of wastewater: the use in the production of brine of sodium chloride by leaching of rock salt. Waste disposal of sanitary wastewater connected with the activities of the staff.*	Не установлены. Установлены только для атмосферного воздуха. *Not determined. Determined only for atmospheric air.*	Хлорид-анион — 1760–1850 кг/т; сухой остаток — 2900–3100 кг/т; взвешенные вещества — 0–20 кг/т; ХПК — 1–100 кг/т; сульфат-анион — 0–5 кг/т. *Chloride-anion — 1760-1850 kg/t; dry residue — 2900-3100 kg/t; suspended matter — 0-20 kg/t; COD — 1-100 kg/t; sulfate-anion — 0-5 kg/t.*
ИТС 22-2016 «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»	Является межотраслевым справочником и носит методический характер, содержит обобщенную информацию и не содержит конкретных технологических показателей или перечней маркерных веществ для различных отраслей промышленности.		

Наименование справочника *Name of the reference book*	Наличие сточных вод и сбросов в водные объекты *The presence of sewage and waste water discharge in water bodies*	Маркерные вещества, приведенные в справочнике *Marker substances from the reference book*	Технологические показатели *Technological parameters*
BREF 22-2016 "Purification of emissions of harmful (polluting) substances in atmospheric air in the production of products (goods), and also at carrying out of works and provision of services in large enterprises"	*Is an inter-industry reference book and is of a methodological nature, contains summarized information and does not contain specific technological parameters or lists of marker substances for different industries.*		
ИТС 22.1-2016 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения» *BREF 22.1-2016 " General principles of industrial environmental control and metrological provision"*	Является межотраслевым справочником и носит методический характер, содержит обобщенную информацию и не содержит конкретных технологических показателей или перечней маркерных веществ для различных отраслей промышленности. *Is an inter-industry reference book and is of a methodological nature, contains summarized information and does not contain specific technological parameters or lists of marker substances for different industries.*		

Итак, анализ 23 справочников НДТ позволяет сделать ряд утверждений.

Пять справочников (ИТС 8-2015, ИТС 16-2016, ИТС 20-2016, ИТС 22-2016, ИТС 22.1-2016) являются межотраслевыми («горизонтальными») и носят методический характер, не содержат конкретных технологических показателей или перечней маркерных веществ для различных отраслей промышленности.

В трех справочниках описаны производства, в которых сбросы отсутствуют или вода используется в водооборотном цикле (возвраща-

Thus, the analysis of 23 BREF allows us to make a series of statements.

Five reference books (BREF 8-2015, BREF 16-2016, BREF 20-2016, BREF 22-2016, BREF 22.1-2016) are inter-industry (horizontal) and are methodological in nature and do not contain specific technological parameters or lists of marker substances for different industries.

Three reference books describe the production, in which discharges do not exist or water is used in

ется в производственный процесс). Это справочники по производству: цемента (ИТС 6-2015), извести (ИТС 7-2015) и алюминия (ИТС 11-2016). Соответственно, маркерные вещества и технологические показатели в данных документах не установлены.

В оставшихся 15 справочниках можно выделить производства, в которых:

1) нет сбросов загрязняющих веществ;

2) сточные воды используются в замкнутом цикле (вода возвращается в производственный процесс);

3) имеются очистные сооружения (после очистки сточные воды сбрасываются в водные объекты);

4) на очистные сооружения поступают неочищенные сточные воды других предприятий (абонентов), в том числе водоканалов (невозможно выделить НДТ);

5) сбросы направляются в центральную систему водоотведения (ЦСВ) и на биологические очистные сооружения (БОС).

Маркерные вещества указаны в 8 из 15 справочников, описывающих производства, сбрасывающие сточные воды. В оставшихся 7 справочниках маркерные вещества либо не указаны, либо приведены перечни загрязняющих веществ в сточных водах. При этом подходы к выбору и определению маркерных веществ в проанализированных справочниках разные.

Согласно Федеральному закону 219-ФЗ [6] маркерное вещество — это загрязняющее вещество, характеризующее применяемые технологии и особенности производственного процесса на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду.

В тоже время согласно ГОСТ Р 56828.15-2016 [7] маркерное вещество — это выбираемый по определенным критериям наиболее значимый представитель группы веществ, внутри которой наблюдается тесная корреляционная взаимосвязь. Особенностью маркерного вещества является то, что по его значению можно оценить значения всех веществ, входящих в группу.

water circulation circle (returns to the production process). These are reference books for the production of: cement (BREF 6-2015), lime (BREF 7-2015) and aluminum (BREF 11-2016). Accordingly, marker substances and technological parameters in these documents are not determined.

In the remaining 15 references books there are the productions, in which:

1) there is no discharge of pollutants;

2) water is used in a closed circle (water is returned to the production process);

3) there are treatment facilities (after the treatment wastewater is discharged into water objects);

4) sewage treatment plant receives raw sewage of other companies, including utilities (it is impossible to identify BAT);

5) wastewater is sent to the Central Sewerage system and biological treatment facilities (BTF).

The marker substances are mentioned in 8 of 15 reference books, describing productions, discharging wastewater. In the remaining 7 reference books marker substance is either not specified or there are lists of pollutants in wastewater. The approaches to the selection and determination of marker substances in these reference books are different.

According to the Federal law 219-FZ [6] the marker substance is a pollutant, characterizing the technology and features of the production process at the facility that have a negative impact on the environment.

At the same time according to GOST R 56828.15-2016 [7] the marker substance is selected by certain criteria, the most important representative of a group of substances within which there is a close correlation relationship. The feature of the marker substance is that on its value one can estimate the values of all substances in the group.

Reference books have no single approach to the

В справочниках нет единого подхода к установлению маркерных веществ, что объясняется отсутствием четкой позиции в законодательной, нормативной базе, универсальных критериев, методических рекомендаций.

Так, для атмосферного воздуха разработаны Методические рекомендации «Выбор группы маркерных веществ для оптимизации системы мониторинга атмосферного воздуха» [8], в которых приведен алгоритм выбора маркерных веществ.

Системный подход представлен в справочнике по производству целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона (ИТС 1-2015), в котором маркерные вещества указаны и обоснованы по интегральным показателям.

Еще одна проблема — несовпадение маркерных веществ с реальными загрязняющими веществами в сбросах, а также несовпадение маркерных веществ с существующими показателями по гигиеническим нормативам (ПДК).

Так, при производстве свинца, цинка и кадмия (справочник ИТС 13-2016) в стоках помимо указанных маркерных веществ присутствуют хлориды, сульфаты, фториды в значительных концентрациях.

Технологические показатели по результатам анализа (см. табл.) установлены в 11 справочниках, включая те, для НДТ которых приведены концентрации содержания загрязняющих веществ в сточных водах после очистки (ИТС 9-2015, ИТС 15-2016).

Технологические показатели не установлены в 4 справочниках, в том числе по причине поступления на предприятия неочищенных сточных вод других абонентов (в том числе водоканалов) (ИТС 2-2015).

Проведенный анализ показал, что нет четкой позиции по размерности технологических показателей. В ряде справочников показатели установлены по среднегодовым значениям в граммах или килограммах на 1 тонну производимой продукции. В других — по средним уровням концентраций загрязняющих веществ в сбросах (в мг/л).

Другой проблемой определения и интерпре-

determination of marker substances, due to the lack of a clear position in the legislative, regulatory bases, universal criteria, guidelines.

Thus, for ambient air there have been developed Methodical recommendations "Selection of groups of marker substances for optimization of the system of monitoring of atmospheric air" [8], which has the algorithm of choice of marker substances.

The systematic approach is shown in the reference book for the production of cellulose, wood pulp, paper, cardboard (its 1-2015) in which the marker substances are specified and justified by integral parameters.

Another problem is the difference of marker substances with the polluting substances in the effluents, as well as the mismatch of marker substances with existing indicators on hygienic standards (MPC).

So, in the production of lead, zinc and cadmium (BREF 13-2016) in the effluent in addition to these marker substances there are chlorides, sulfates, fluorides in high concentrations.

The technological parameters according to the results of the analysis (see table) are determined in 11 reference books, including those for BAT of which there are concentrations of pollutants in sewage after cleaning (BREF 9-2015, BREF 15-2016).

Technological parameters are not determined in 4 reference books, in particular, because of the admission to the enterprises untreated sewage from other enterprises (including water utilities) (BREF 2-2015).

The analysis showed that there is no clear position on the dimension of technological parameters. In a number of reference books, the parameters are determined for the average values in grams or kilograms to 1 tonne of finished products. In others - on the average concentrations of pollutants in the effluents (in mg/l).

тации является отсутствие единого объекта, рассматриваемого с точки зрения технологических показателей.

Так, в справочниках технологические показатели установлены для:

— наилучшей доступной технологии;

— ряда технологий, производящих один и тот же вид продукции;

— производства получения продукции;

— отдельного процесса получения продукции.

Например, для производства никеля и кобальта (ИТС 12-2016) технологические показатели установлены для наилучшей доступной технологии НДТ 20 «Очистка сточных вод, образующихся при производстве никеля и кобальта, с целью удаления металлов и сульфатов».

В справочнике по производству основных органических химических веществ (ИТС 18-2016) технологические показатели установлены для ряда технологий, производящих один и тот же вид продукции. Так, например, технологические показатели производства этилена установлены для четырех технологий. При этом технологические показатели различаются в разы и не понятно, какая технология является наилучшей.

Кроме того, технологические показатели установлены как на все производство, так и на отдельные процессы. Например, технологические показатели по выбросам установлены на полугидратный процесс в производстве получения экстракционной фосфорной кислоты (ИТС 2-2015).

Заключение. В значительной части имеющихся справочников НДТ не указаны маркерные вещества и технологические показатели сбросов сточных вод. Основная причина — недостаточность информации, предоставляемой организациями, осуществляющими разработку технологий и оборудования, эксплуатирующими объекты. В связи с этим оценить объемы сбросов сточных вод и установить маркерные вещества и технологические показатели не представляется возможным.

Another problem of determination and interpretation is the absence of a common object, considered from the viewpoint of technological parameters.

So, in reference books technological indicators are determined for:

— best available techniques;

— number of technologies producing the same product;

— productions for product recovery;

— individual process for product recovery.

For example, for the production of nickel and cobalt (BREF 12-2016) technological parameters are determined for the best available techniques BAT 20 "Wastewater treatment from the production of nickel and cobalt, for removal of metals and sulfates".

In the reference books for the production of basic organic chemical substances (BREF 18-2016) technological parameters are determined for a number of technologies producing the same product. For example, the technological parameters for the production of ethylene are determined for the four technologies. Thus, the production parameters differ significantly and it is not clear which technology is the best.

In addition, technological parameters are determined for the whole production and for special processes. For example, emissions technological parameters are determined for the hemihydrate process in the production for wet-process phosphoric acid (its 2-2015).

Conclusion. In large parts of the existing BREF there are no determined marker substances and technological parameters for wastewater discharges. The main reason is the lack of information provided by organizations engaged in the development of technologies and equipment, operating the facilities. In this regard, it is impossible to assess the volume of wastewater discharges and to determine marker substances and technological parameters.

Проведенный анализ показал, что ряд справочников НДТ требуют корректировки в части установления маркерных веществ и технологических показателей сбросов сточных вод.

1. Послание Президента Российской Федерации Владимира Путина Федеральному Собранию от 12.12.13 [Электронный ресурс] / Администрация Президента России. — Режим доступа: http://kremlin.ru/events/president/news/by-date/12.12.2013 (дата обращения: 25.10.17).

2. Послание Президента Российской Федерации Владимира Путина Федеральному Собранию от 04.12.14 [Электронный ресурс] / / Администрация Президента России. — Режим доступа: http://kremlin.ru/events/president/news/47173 (дата обращения: 25.10.17).

3. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.02 № 7-ФЗ (ред. от 29.07.17) [Электронный ресурс] / Государственная Дума РФ ; Совет Федерации РФ. — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document /cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 25.10.17).

4. Справочники НДТ [Электронный ресурс] / Бюро наилучших доступных технологий. — Режим доступа: http://www.burondt.ru/informacziya/ dokumentyi/dokument.html?DocType=4 (дата обращения 10.08.17).

5. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.06 № 74-ФЗ (ред. от 29.07.17) [Электронный ресурс] / Государственная Дума РФ ; Совет Федерации РФ. — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document /cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения:

The analysis showed that a number of BREFs require updating in the determination of marker substances and technological parameters for wastewater discharges.

1. Poslanie Prezidenta Rossiyskoy Federatsii Vladimira Putina Federal’nomu Sobraniyu ot 12.12.13. Administratsiya Prezidenta Rossii. [The Address of the President of the Russian Federation Vladimir Putin to the Federal Assembly on 12.12.13. Russian Presidential Executive Office.] Available at: http://kremlin.ru/events/president /news/by-date/12.12.2013 (in Russian).

2. Poslanie Prezidenta Rossiyskoy Federatsii Vladimira Putina Federal’nomu Sobraniyu ot 04.12.14. Administratsiya Prezidenta Rossii. [The Address of the President of the Russian Federation Vladimir Putin to the Federal Assembly on 04.12.14. Russian Presidential Executive Office.] Available at: http://kremlin.ru/events/president/ news/47173 (in Russian).

3. Ob okhrane okruzhayushchey sredy. Federal’ny zakon ot 10.01.02 no 7-FZ (red. ot 29.07.17). Gosudarstvennaya Duma RF, Sovet Federatsii RF. [On the protection of the environment. Federal law dated 10.01.02 no. 7-FZ (as amended on 29.07.17) The State Duma of the Russian Federation, the Federation Council of the Russian Federation.] Available at: http://www.consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_34823/ (in Russian).

4. Spravochniki NTD. Byuro nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy. [BREF. Best available technologies Bureau.] Available at: http://www.burondt.ru/informacziya/ dokumentyi/dokument.html?DocType=4 (in Russian).

5. Vodny kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 03.06.06 no. 74-FZ (red. ot 29.07.17). Gosudarstvennaya Duma RF, Sovet Federatsii RF. [Water code of the Russian Federation dated 03.06.06 no. 74-FZ (as amended on 29.07.17). The State Duma of the Russian Federation, the Federation Council of the Russian Federation.] Available at: http://www.consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_60683/ (in Russian).

6. O vnesenii izmeneniy v Federal’ny zakon

25.10.17).

6. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ (ред. от 03.07.2016) [Электронный ресурс] / Государственная Дума РФ ; Совет Федерации РФ. — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/ (дата обращения: 25.10.17).

7. Наилучшие доступные технологии. Термины и определения. ГОСТ Р 56828.15-2016 Национальный стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс] / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. — Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/ 1200140738 (дата обращения: 25.10.17).

8. Выбор группы маркерных веществ для оптимизации системы мониторинга атмосферного воздуха. Методические рекомендации [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Е. Н. Беляевым. — Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document /1200060032 (дата обращения: 25.10.17).

"Ob okhrane okruzhayushchey sredy" i otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii". Federal'ny zakon ot 21.07.2014 no. 219-FZ (red. ot 03.07.2016). Gosudarstvennaya Duma RF, Sovet Federatsii RF. [On amendments to the Federal law "On environmental protection" and certain legislative acts of the Russian Federation". Federal law from 21.07.2014 no. 219-FZ (as amended on 03.07.2016). The State Duma of the Russian Federation, the Federation Council of the Russian Federation.] Available at: http://www.consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_165823/ (in Russian).

7. Nailuchshie dostupnye tekhnologii. Terminy i opredeleniya. GOST R 56828.15-2016. Natsional'ny standart Rossiyskoy Federatsii. Federal'noe agenstvo po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii. [The best available technology. Terms and definitions. GOST R 56828.15-2016 National standard of the Russian Federation. Federal Agency for technical regulating and metrology.] Available at: http://docs.cntd.ru/document /1200140738 (in Russian).

8. Vybor gruppy markernykh veshchestv dlya optimizatsii sistemy monitoringa atmosfernogo vozdukha. Metodicheskie rekomendatsii. Utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossiyskoy Federatsii E.N. Belyaevym. [Selection of a group of marker substances to optimize the atmospheric air monitoring system. Methodical recommendations. Approved by the Chief state sanitary officer of the Russian Federation E. N. Belyaev.] Available at: http://docs.cntd.ru/document/ 1200060032 (in Russian).

Поступила в редакцию 20.08.2017
Сдана в редакцию 21.08.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

Received 20.08.2017
Submitted 21.08.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Пичугин Евгений Александрович,
заместитель начальника отдела проблем охраны окружающей природной среды ФГБУ УралНИИ «Экология»,
*(*РФ, *Пермь, Комсомольский проспект, 61)*
pich@ecology.perm.ru

Мещурова Татьяна Александровна,
старший научный сотрудник отдела проблем охраны окружающей природной среды ФГБУ УралНИИ «Экология»,
*(*РФ, *Пермь, Комсомольский проспект, 61)*
meshurova@ecology.perm.ru

Черепанов Матвей Валерьевич,
начальник отдела проблем охраны окружающей природной среды ФГБУ УралНИИ «Экология»,
*(*РФ, *Пермь, Комсомольский проспект, 61)*
cherepanov@ecology.perm.ru

Pichugin Evgeniy Aleksandrovich,
the deputy chief of the Department of problems of environmental protection, Ural Research Institute "Ecology",
(Russia, Perm, Komsomolskiy Avenue, 61)
pich@ecology.perm.ru

Meshchurova Tatyana Aleksandrovna,
senior scientific worker of the Department of problems of environmental protection, Ural Research Institute "Ecology",
(Russia, Perm, Komsomolskiy Avenue, 61)
meshurova@ecology.perm.ru

Cherepanov Matvey Valerevich,
head of the Department of problems of environmental protection, Ural Research Institute "Ecology"(Russia, Perm, Komsomolskiy Avenue, 61)
cherepanov@ecology.perm.ru

УДК 621.928.93:621.3.088:628.511
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-120-136

НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

Ю. И. Булыгин, Н. Н. Азимова, И. С. Купцова

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
bulyur_rostov@mail.ru
arkomaazimov@mail.ru
i-kyptsova@mail.ru

Проведена проверка достоверности и оценка точности измерения аэродинамических параметров в центробежных пылеуловителях. Проанализированы требования нормативно-технической документации к схемам и методам проведения аэродинамических испытаний и выбран наиболее оптимальный. Выполнены расчёты погрешностей измерения давлений, скорости и расхода воздуха комбинированным приёмником давления в сочетании с дифференциальным манометром, а также проверена достоверность экспериментального определения искомых параметров на примере полного давления. Для повышения точности измерений рекомендовано использовать различные зонды давления с учётом диапазонов измеряемых величин.

Ключевые слова: аэродинамика, эффективность, циклон, экспериментальная установка, конструктивные параметры.

Введение. В предыдущих исследованиях авторов экспериментальные исследования проводились на малоразмерных макетах циклонных аппаратов [1]. Первый вариант лабораторной установки для исследования центробежных пылеуловителей с точки зрения производства сравнительных испытаний и достоверности измерений оказался неприемлемым [2]. Малые размеры центробежных аппаратов, с одной стороны, частично приводили к некорректности измерений, к невыполнению требований нормативно-технической документации к измерениям, а с

UDC 621.928.93:621.3.088:628.511
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-120-136

SCIENTIFICALLY-GROUNDED REQUIREMENTS FOR COMPARATIVE PARALLEL TESTS OF CENTRIFUGAL DUSTER COLLECTORS

Y. I. Bulygin, N. N.Azimova, I. S. Kuptsova

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation
bulyur_rostov@mail.ru
arkomaazimov@mail.ru
i-kyptsova@mail.ru

The article provides the consistency check and accuracy evaluation of measurement of aerodynamic parameters of centrifugal dust collectors. It analyzes the requirements of normative-technical documentation to schemes and methods for conducting aerodynamic tests and then selects the most optimal one. The paper presents errors calculations of pressure, velocity and airflow measurements by the combined pressure inlet in combination with a differential manometer. It also verifies the accuracy of the experimental determination of the unknown parameters on the example of the total pressure. To improve the accuracy of measurement it is recommended to use different pressure probes, taking into account the measurement ranges.

Keywords: aerodynamics, efficiency, cyclone, experimental facilities, design parameters.

Introduction. Previously the authors have conducted experimental studies on small-size models of cyclone devices [1]. The first version of the laboratory facility for studying centrifugal dust collectors was unacceptable from the point of view of comparative testing, and the reliability of measurements [2]. The small size of the centrifugal apparatus, on the one hand, partially led to the incorrectness of measurements, to failing to comply with the requirements of normative-technical documentation to measurements, and on the other

другой стороны, работа на установке требовала большой трудоёмкости монтажных работ, так как сборно-разъёмные соединения при переустановке циклонов приводили к проблеме обеспечения требуемой герметичности конструкции.

Целью работы является проверка достоверности и оценка точности измеряемых величин расхода газового потока, скорости и давлений в центробежных пылеуловителях.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1. Провести анализ требований нормативно-технической документации к схемам и методам проведения аэродинамических испытаний и выбрать наиболее оптимальную с точки зрения минимизации величин погрешностей измерения параметров;
2. Описать метрологические характеристики измерительных приборов, используемых при аэродинамических испытаниях;
3. Представить результаты экспериментальных исследований с целью определения реальных диапазонов измеряемых величин;
4. Выполнить расчёты погрешностей измерения давлений, скорости и расхода воздуха комбинированным приёмником давления в сочетании с дифференциальным манометром;
5. Выполнить проверку достоверности экспериментального определения искомых параметров на примере полного давления;
6. Сформулировать требования к точности применяемых методов определения аэродинамических параметров и средствам измерения.

Анализ требований нормативно-технической документации к схемам и методам проведения аэродинамических испытаний. Требования к схемам проведения аэродинамических испытаний

Для измерения статического, динамического, полного давлений, а также скорости движения воздуха в воздуховодах экспериментальной установки должны быть выбраны участки, в которых мерные сечения для проведения измерений находятся на расстояниях не менее шести гидравлических диаметров D_h за местом возму-

hand, the work on the facility required a great complexity of construction works, as relocatable connections led to the problem of ensuring the required tightness of the design at cyclones resetting.

The aim of this work is the reliability and accuracy assessment of the measured values of the flow rate of gas flow, speed and pressure in centrifugal dust collectors.

To achieve this goal it is necessary to solve a number of problems:

1. To analyze the requirements of normative-technical documentation, schemes and methods of conducting aerodynamic tests and to choose the most optimal from the point of view of minimizing the values of errors of parameters measurement;
2. To describe the metrological characteristics of measuring instruments used in aerodynamic tests;
3. To present the results of experimental studies to determine the actual ranges of the measured values;
4. To perform calculations of errors in measurement of pressure, speed and air flow by a combined pressure receiver together with differential pressure manometer;
5. To validate the reliability of the experimental determination of the desired parameters on the example of full pressure;
6. To formulate the requirements for the accuracy of the applied methods for determination of aerodynamic parameters and means of measurement.

The analysis of the requirements of normative-technical documentation to procedures and methods for conducting aerodynamic tests. The requirements for aerodynamic tests procedures

To measure static, dynamic, full pressure and air velocity in the air-duct of the experimental facility one must chose the parts, in which measuring sections for measurements are located at distances of no less than six hydraulic diameters Dh from the point of flow disturbance (bends, dampers, diaphragms, etc.) and at least

щения потока (отводы, шиберы, диафрагмы и т. п.) и не менее трёх гидравлических диаметров перед ним [4, 5] (рис. 1). На действующей установке «Циклон» участок перед местом возмущения потока выбран в соответствии с [4, 5] и составляет 6,5D_h , что больше 3D_h.

В зависимости от формы и размера мерного сечения для проведения эксперимента необходимо определить координаты точек измерений давлений и скоростей (рис. 2), а также количество точек в соответствии с [4, 5]. Выбрано 7 точек измерения, что влияет на последующие расчёты погрешностей. Для научных исследований можно выбрать значительно большее число измерительных точек, чем при испытаниях, что влияет на точность измерений [6].

three hydraulic diameters in front of it [4, 5] (Fig. 1). On a working facility "Cyclone" a part before the point of flow disturbance is selected in accordance with [4, 5] and is Dh 6.5, which is more than 3Dh.

Depending on the shape and size of the measuring section for the experiment it is necessary to determine the coordinates of measurement points of pressures and velocities (Fig. 2) and the number of points in accordance with [4, 5]. 7 measurement points were selected, which affects the subsequent calculations of the errors. For research, one can choose a much larger number of measurement points than in the test, which affects the accuracy of measurements [6].

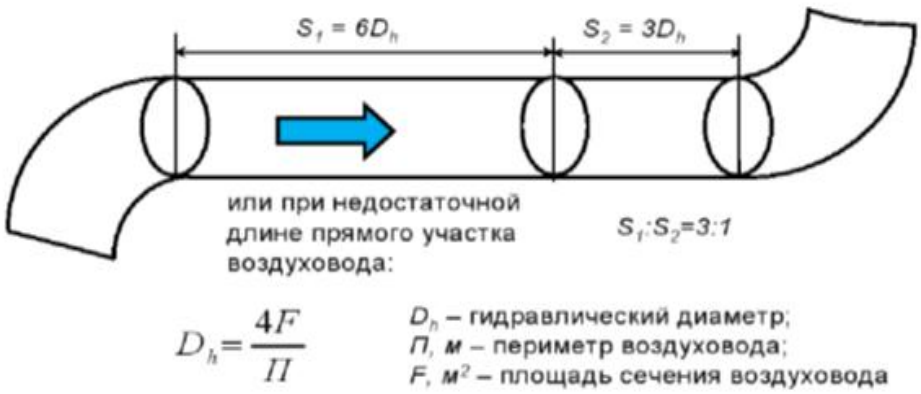
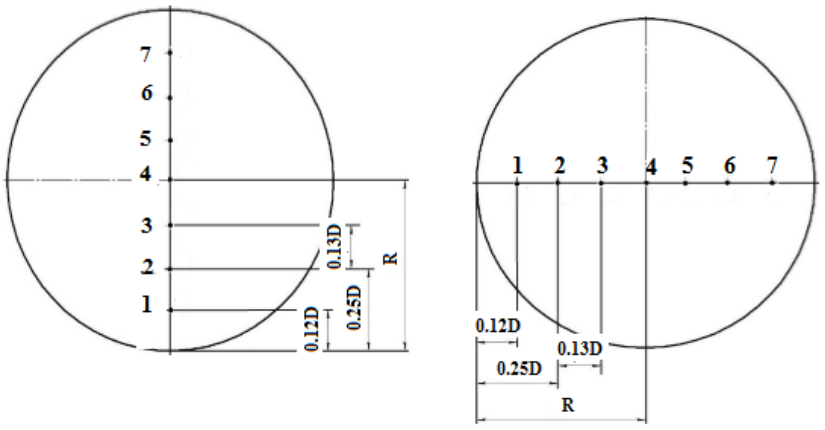


Рис. 1. Метод выбора точек измерений

Fig. 1. The method for selecting measuring points



а — входной патрубок
a — inlet

б — выходной патрубок
b — outlet

Рис. 2. Схема расположения точек измерения давлений и скоростей в мерных сечениях циклонов

Fig. 2. The scheme of location of measurement points of pressures and velocities in measuring cross-sections of cyclones

Для выбора средств измерений необходимо знать метрологические свойства приборов, а также внешние условия, влияющие на результат измерений. Эти свойства описываются путем указания номинальных значений тех или иных параметров — характеристик и допускаемых отклонений от них. Специфической метрологической характеристикой средств измерений является их погрешность. Для оценки погрешностей результатов проводимых измерений необходимы сведения о погрешностях средств измерений, установленных паспортными данными используемого оборудования.

Краткие метрологические характеристики измерительных приборов, используемых при аэродинамических испытаниях. Пневмометрическая трубка «ПИТО»

Для измерения полного, статического и динамического давлений потока используется трубка «ПИТО» (рис. 3). Трубка Пито позволяет измерять скорость газового (воздушного) потока в диапазоне от 4–21 м/с. Средний коэффициент преобразования динамического (скоростного) давления во всем диапазоне скоростей для напорной дифференциальной трубки Пито составляет 0,95–1,05. Предел допускаемой относительной погрешности определения коэффициента преобразования для всего диапазона скоростей для напорной дифференциальной трубки Пито не превышает ±3 % [7]. Проверка соотношения диаметра трубки Пито и диаметра мерного сечения $\left(\frac{8}{200}\cdot 100\% = 4\%\right)$, показала, что требования [4, 5] выполняются.

Однако, при измерении скоростей от 1,5 до 4 м/с, которые наблюдаются у нас при исследованиях циклонов на минимальных расходах воздуха (516 м^3/ч, рис. 4), погрешность не соответствует заданной и может возрастать.

Дифференциальный манометр Testo 521-1

Основные аэродинамические параметры центробежных пылеуловителей определялись при использовании дифференциального манометра Testo 521-1 со встроенными сенсорами давления

To select the measuring instruments one needs to know the metrological properties of the instrument, as well as external conditions affecting the measurement result. These properties are described by specifying the nominal values of certain parameters — characteristics and permissible deviations from them. Specific metrological characteristic of measuring instruments is their accuracy. For error evaluation of the results of measurements one needs to know the information about the errors of measuring instruments specified in the used equipment specifications.

Brief metrological characteristics of measuring instruments used in aerodynamic tests. Pneumometric tube "PITOT"

For measuring total static and dynamic pressures of the flow, the tube "PITOT" is used (Fig. 3). Pitot tube allows measuring the velocity of gas (air) flow in the range of 4-21 m/s. The average conversion factor of the dynamic (velocity) pressure in the entire speed range for the pressure differential Pitot tube is 0.95 - 1.05. The limit of permissible relative error of determining the rate of conversion for the entire velocity range for pressure differential Pitot tube does not exceed ±3 % [7]. Ratio examination of the diameter of the Pitot tube and the diameter of the measuring section (8/200·100%=4%), showed that the requirements [4, 5] are met.

However, when measuring velocities from 1.5 to 4 m/s, which we have observed in studies of cyclones on the minimum air flow (516 m^3/h, Fig. 4), the error does not correspond to the specified one and can increase.

Differential pressure gauge Testo 521-1

The main aerodynamic parameters of centrifugal dust collectors were determined using differential pressure gauge Testo 521-1 with integrated pressure sensors (Fig. 3). The range of pres-

(рис. 3). Диапазон измерения давления в потоке составляет от 0 до 100 гПа с погрешностью 0,2 % от полной шкалы. Для измерения скорости потока в диапазоне от 5 до 100 м/с применяются трубки Пито. Абсолютная погрешность при 5 м/с составляет 0,32 м/с, при 20 м/с — 0,09 м/с, при 50 м/с — 0,05 м/с. Для проведения точных измерений скорости потока в диапазоне от 1 до 12 м/с необходимо проводить измерения с использованием внешнего зонда давления 100 Па. Зависимость от расположения полностью устранена благодаря двойной мембране. Изменение месторасположения зонда не влияет на результаты измерений: погрешность при 1 м/с — 0,09 м/с; при 5–8 м/с — 0,03 м/с [8].

sure measurement flow ranges from 0 to 100 hPa with the accuracy 0.2% of full scale. To measure the flow rate in the range from 5 to 100 m/s Pitot tubes are used. The absolute error at 5 m/s is 0.32 m/s, at 20 m/s - 0.09 m/s at 50 m/s — 0.05 m/s. For accurate measurements of the flow rate in the range from 1 to 12 m/s it is necessary to conduct measurements using external pressure probe 100 Pa. The dependence on location is completely eliminated by a double membrane. The change of location of the probe does not affect the measurement results: accuracy at 1 m/s — 0.09 m/s; at 5-8 m/s - 0.03 m/s [8].

Рис. 3. Используемые средства измерений аэродинамических параметров пылеуловителей

Fig. 3. The used means of measurement of aerodynamic parameters of dust collector

Для удобства и экономии времени проведения экспериментов в прибор заносятся следующие данные: время, промежуток времени на один замер, количество измерений, температура, относительная влажность, абсолютное давление, поперечное сечение воздуховода, коэффициент компенсации, коэффициент трубки Пито и запускается автоматическое сохранение данных при проведении замеров. Память прибора позволяет одновременно сохранить 25 000 измерений. При необходимости полученные результаты могут быть переданы сразу в электронную вычислительную систему или на принтер.

Дифференциальный манометр ДМЦ-01М

Для измерения давления, разрежения и разности давлений газов, для определения скорости и расхода газопылевых и воздушных потоков с применением трубок напорных модификаций НИИОГАЗ и Пито использовался дифференциальный манометр ДМЦ-01М (по ГОСТ 17.2.4.06–90 и ГОСТ 8.361–79) (рис. 3). Прибор применяется для технологического и экологического контроля выбросов в различных производствах, а также при контроле вентиляции производственных помещений, аэродинамических исследованиях. Микропроцессор, который встроен в прибор, обеспечивает установку нуля, измерение и накопление данных по сечению газохода (профиль скоростей в количестве равном не менее 256 точкам). А также позволяет провести расчет локальных и средних скоростей, расхода газа с коррекцией на температуру потока и по измеренным точкам [9].

Результаты экспериментальных исследований

Полученные при экспериментах результаты были обработаны и представлены в виде графиков (рис. 4, 5).

На рис. 4 и 5 показаны результаты измерений скоростей воздушного потока во входном патрубке аппарата «ЦОК-200-300» на разных режимах работы вентилятора и полные давления, измеренные дифференциальными манометрами ДМЦ-01М и Testo-521-1.

For convenience and time-saving of the experiments the following data is entered in the device: time, time interval for one measurement, number of measurements, temperature, relative humidity, absolute pressure, cross section of the duct, compensation coefficient, the coefficient of Pitot tube and automatic saving of data when conducting measurements starts. The memory of the device allows you to simultaneously save 25 000 measurements. If necessary, the results can be transferred immediately into an electronic computer system or printer.

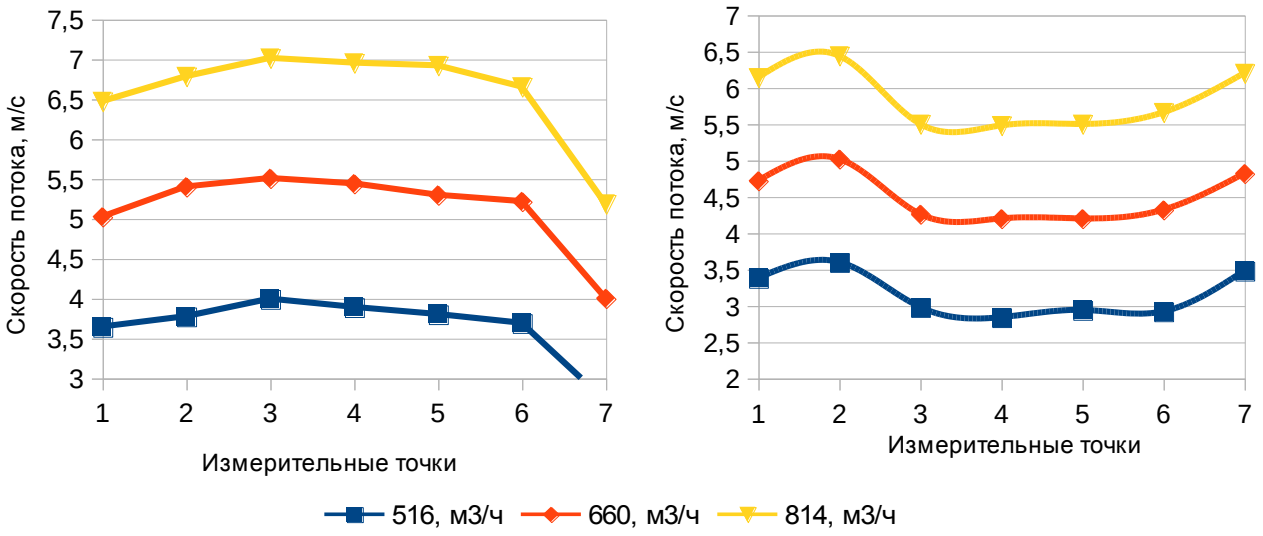
Differential pressure gauge DMTS-01M

To measure pressure, vacuum and differential pressure of gases, to determine the velocity and flow of gas and dust and air streams with the use of pressure tubes of NIIOGAZ and Pitot modifications differential pressure gauge DMTS-01M was used (GOST 17.2.4.06–90 and GOST 8.361–79) (Fig. 3). The instrument is used for processing and environmental control over emissions in different industries, and control over the production area ventilation, aerodynamic research. A microprocessor, which is integrated into the device, provides a zero setting, measurement and gathering of data on the cross section of the duct (velocity profiles for a quantity of at least 256 points). It also allows calculating local and average velocities, gas flow with corrections for temperature and flow at the measured points [9].

The results of experimental studies

The obtained experimental results have been processed and presented in graphs (Fig. 4, 5).

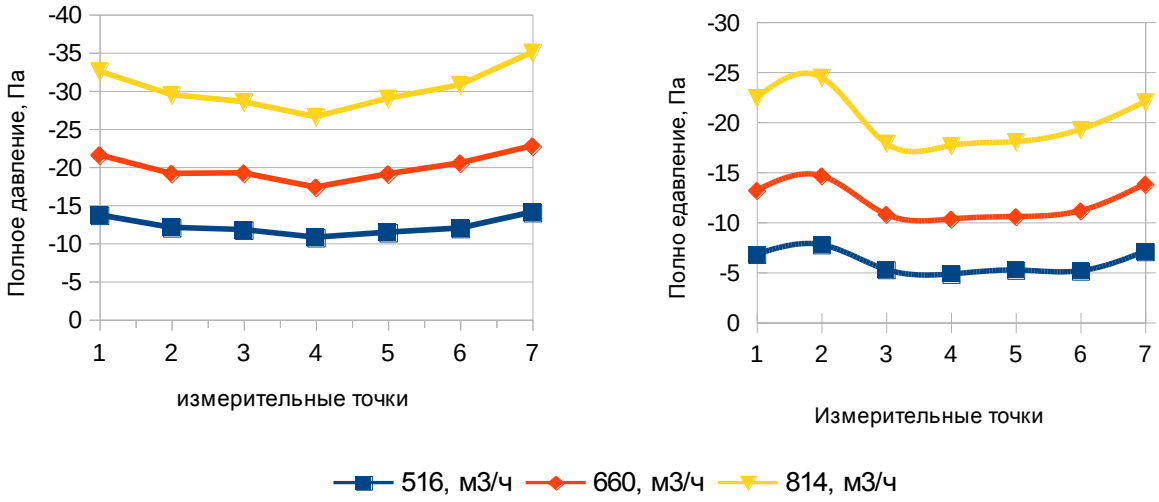
Fig. 4 and 5 show the measurements results of air flow velocity in the inlet pipe of the device "TSOK-200-300" in different modes of operation of the fan and the total pressure measured by differential pressure gauges DMTS-01M and Testo-521-1.



а) *б)*

Рис. 4. Скорость воздушного потока «ЦОК-200-300»:
а — Testo-521-1; б — ДМЦ-01М

Fig. 4. Air flow rate TSOK-200-300:
a — Testo-521-1; b — DMTS-01M



а) *б)*

Рис. 5. Полное давление воздушного потока «ЦОК-200-300»:
а — Testo-521-1; *б* — ДМЦ-01М

Fig. 5. Full pressure of air flow TSOK-200-300:
a — Testo-521-1; b — DMTS-01M

Как следует из результатов измерений, данные, полученные различными дифференциальными манометрами ДМЦ-01М и Testo-521, отличаются незначительно, что позволяет их использовать при проведении аэродинамических испытаний.

На погрешность определения параметров измеряемых величин сильно влияет класс точности используемых приборов, а также важное значение имеет диапазон измеряемых величин по отношению к длине шкалы прибора, что иллюстрируется таблицей 1 [4, 5].

As follows from the results of the measurements, the data obtained by different differential pressure gauges DMTS-01M and Testo 521, differ insignificantly, which allows them to be used during aerodynamic tests.

The accuracy of determining of the parameters of the measured values is strongly influenced by the accuracy class of the instrument used, as well as the range of the measured values in relation to the length scale of the instrument, as table 1 illustrates[4, 5].

Таблица 1
Table 1

Среднеквадратичные отклонения результатов измерения
The mean-square deviation of the measurement results

Показания приборов, доли длины шкалы *Instrument readings, fractions of the scale length*	$\sigma_B, \sigma_t, \sigma_{P_a}$ для приборов класса точности $\sigma_B, \sigma_t, \sigma_{P_a}$ *for instruments of accuracy class*			
	1	0,5	0,2	0,1
1	±0.5	±0.25	±0.1	±0.05
0.75	±0.7	±0.35	±0.14	±0.07
0.5	±1.0	±0.50	±0.20	±0.10
0.25	±2.0	±1.00	±0.40	±0.20
0.1	±5.0	±2.50	±1.0	±0.5
0.05	±10.0	±5.00	±2.00	±1.00
0.01	±50.0	±25.00	±10.00	±5.00

Так, в работе [10] авторами экспериментально установлено, что полные давления на выходных патрубках циклонов достигают — 1000 Па, а на входных патрубках не превышают — 35 Па в зависимости от режима работы установки. Динамические давления на входе и выходе не превышают — 40 Па, а скорость воздушного потока во входных патрубках изменяется от 2,5 до 7,5 м/с. Вместе с тем прибор Testo-521-1, которым проводились измерения, снабжён зондом на 10000 Па, что является источником погрешности измерений на малых долях длины измерительной шкалы [10]. Оценим это влияние в последующих расчётах погрешностей.

So, in the work [10], the authors experimentally established that the total pressure at the outlet of the cyclones reach 1000 PA, and the inlet does not exceed — 35 PA depending on the operation mode. The dynamic pressure at the inlet and outlet do not exceed — 40 PA, and air velocity in the inlet changes from 2.5 to 7.5 m/s. However, the instrument Testo 521-1, which was used for measurements, is provided with a probe at 10,000 PA, which is a source of measurement error at small distances of the measuring scale [10]. Let us assess this influence in subsequent calculations of the errors.

Расчёт погрешностей измерения давлений, скорости и расхода воздуха комбинированным приёмником давления в сочета-

The calculation of measurement errors of pressure, speed and air flow by a combined pressure receiver with differential pressure

нии с дифференциальным манометром

Расход воздуха. Для определения относительной погрешности определения расхода воздуха в процентах используется следующая формула (1):

$$\delta_L = (2\sigma_L + \delta_\varphi) \qquad (1)$$

где σ_L — среднеквадратичная относительная погрешность, обусловленная неточностью измерений в процессе испытаний; δ_φ — предельная относительная погрешность определения расхода воздуха, связанная с неравномерностью распределения скоростей в мерном сечении; величины δ_φ даны в табл. 1 [4].

Величина σ_L представляется в виде (2):

$$\sigma_L = \sqrt{4\sigma_D^2 + \tfrac{1}{4}\sigma_B^2 + \tfrac{1}{4}\sigma_t^2 + \tfrac{1}{4}\sigma_p^2} \qquad (2)$$

где σ_D — среднеквадратичная погрешность определения размеров мерного сечения, зависящая от диаметра воздуховода D_h; гидравлический диаметр определяется по формуле [11]:

$$D_h = \frac{4F}{\Pi}, \quad F = \pi R^2 = 3{,}14 \cdot (0{,}1)^2 = 0{,}0314,$$
$$\Pi = 2\pi R = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 = 0{,}628 \cdot D_h$$
$$= \frac{4 \cdot 0{,}0314}{0{,}628} = 0{,}2 \text{ м}$$

где F, м^2 и П, м, соответственно, площадь и периметр сечения. При 100 мм $\leq D_h \leq$ 300 мм величина $\sigma_D = \pm$ 3 % (при $D_h >$ 300 мм $\sigma_D = \pm$ 2 %).

В зависимости от показаний микроманометра, барометра и термометра в долях длины их шкал, среднеквадратические отклонения результатов измерения динамического давления и (σ_p), атмосферного давления (σ_B) и температуры газов (σ_t) составят: $\sigma_p = \pm$ 1,0 %, $\sigma_B = \pm$ 0,1% и $\sigma_t = \pm$ 0,2%. При этом предельная относительная погрешность измерения расхода воздуха будет:

$$\sigma_L = \sqrt{4 \cdot \sigma_D^2 + \frac{1}{4}\sigma_B^2 + \frac{1}{4}\sigma_t^2 + \frac{1}{4}\sigma_p^2} = \sqrt{4 \cdot 3^2 + \frac{1}{4} \cdot (0{,}1)^2 + \frac{1}{4} \cdot (0{,}2)^2 + \frac{1}{4} \cdot 1^2} = 6{,}02\%$$

Предельная относительная погрешность измерения расхода воздуха составит:

$$\delta_L = (2\sigma_L + \delta_\varphi) = 26{,}02\% + 2\% = 14{,}04\%$$

Уменьшить или увеличить предельную от-

gauge

Airflow rate. To determine the relative error of determination of air flow rates in percent the following formula (1) is used:

$$\delta_L = (2\sigma_L + \delta_\varphi) \qquad (1)$$

where σ_L is the mean square relative error caused by measurement uncertainty in the testing process; δ_φ — the maximum relative error in determining air flow, which is connected with the uneven distribution of velocity in a measuring cross section; the values of δ_φ are given in table. 1 [4].

The value of σ_L is represented in the form (2):

$$\sigma_L = \sqrt{4\sigma_D^2 + \tfrac{1}{4}\sigma_B^2 + \tfrac{1}{4}\sigma_t^2 + \tfrac{1}{4}\sigma_p^2} \qquad (2)$$

where σ_D is the mean square error of determination of the measuring section size, depending on the diameter of the duct D_h; the hydraulic diameter is determined by the formula [11]:

$$D_h = \frac{4F}{\Pi}, \quad F = \pi R^2 = 3{,}14 \cdot (0{,}1)^2 = 0{,}0314,$$
$$\Pi = 2\pi R = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}1 = 0{,}628 \cdot D_h$$
$$= \frac{4 \cdot 0{,}0314}{0{,}628} = 0{,}2 \text{ м}$$

where F, m^2 and N, m are, respectively, the area and the perimeter of the cross section. When 100 mm $\leq$ Dh $\leq$ 300 mm, the value of $\sigma_D = \pm$ 3 % (at $D_h >$ 300 mm $\sigma_D = \pm$ 2 %).

Depending on the readings of the manometer, barometer and thermometer in fractions of the length of their scales, the standard deviation of the measurement results of dynamic pressure and (σ_p), atmospheric pressure (σ_B) and gas temperature (σ_t) will be: $\sigma_p = \pm$ 1.0 %, $\sigma_B = \pm$ 0.1% и $\sigma_t = \pm$ 0.2%. The maximum relative error of flow measurement is:

The maximum relative measurement error of the air flow will be:

$$\delta_L = (2\sigma_L + \delta_\varphi) = 26{,}02\% + 2\% = 14{,}04\%$$

To increase or decrease the maximum relative

носительную погрешность измерений можно в зависимости от класса точности приборов. Например, используя прибор Testo 521-1 с зондами от 100 Па до 10 000 Па, можно получить σ_p от 2% до 20%. Тогда погрешность измерения расхода может измениться до:

error of the measurements is possible depending on the accuracy class of the instrument. For example, using an instrument Testo 521-1 with probes from 100 PA to 10,000 PA, it is possible to get σ_p from 2% to 20%. Then the measurement error of the flow rate can change up to:

$$\delta_L = 2\sqrt{4\cdot\sigma_B^2+\frac{1}{4}\sigma_t^2+\frac{1}{4}\sigma_p^2} = 2\sqrt{4\cdot 3^2+\frac{1}{4}\cdot(0{,}1)^2+\frac{1}{4}\cdot(0{,}2)^2+\frac{1}{4}\cdot 10^2}+2 = 17{,}63\%.$$

Для расчета относительного среднеквадратичного отклонения скорости в i-й точке измерений используется следующая формула (3):

To calculate the relative standard deviation of the velocity in the i-th point of the measurements we use the following formula (3):

$$\frac{\sigma_{vi}}{v_i} = \sqrt{\frac{1}{4}\left(\frac{\sigma_{P_Д}}{P_Д}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{\sigma_{P_\alpha}}{P_\alpha}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{\sigma_t}{t}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{\sigma_{K_T}}{K_t}\right)^2+\left(\frac{\sigma_\varphi}{v_i}\right)^2} \quad (3)$$

Погрешность градуировки напорной трубки, определенная в результате ее аттестации, составляет ±2% в соответствии с разделом 5 [3] $\frac{\sigma K_T}{K_T} = 0{,}01$.

The error in the calibration of the pressure tube is determined as a result of its certification, it is ±2% in accordance with section 5 [3] $\frac{\sigma K_T}{K_T} = 0{,}01$.

Относительные среднеквадратичные отклонения показаний манометра, термометра и барометра класса ± 0,2 в соответствующих частях диапазона измерений составляют:

The relative mean-square deviations of the readings of pressure gauge, thermometer and barometer of class ± 0,2 in the relevant parts of the measuring range are:

$$\frac{\sigma_{P_\partial}}{P_\partial} = \frac{\pm 1}{100} = \pm 0{,}001,\quad \frac{\sigma_{P_a}}{P_a} = \frac{\pm 0{,}1}{100} = \pm 0{,}001,\quad \frac{\sigma_t}{t} = \frac{\pm 0{,}2}{50} = \pm 0{,}004.$$

От площади измерительного сечения и площади сечения наконечника напорной трубки ($S_{тр}$), зависит погрешность загрузки измерительного сечения напорными трубками. Т.к. $\frac{S_{ст}}{S}\cdot 100\% < 1\%$, то $\frac{\sigma_b}{v_i} = 0{,}05$.

The accuracy of the measuring section load by pressure tubes depends on the area of the measuring section and the sectional area of the tip of the pressure tube ($S_{тр}$), as Т.к. $\frac{S_{ст}}{S}\cdot 100\% < 1\%$, то $\frac{\sigma_b}{v_i} = 0{,}05$.

Для того чтобы уменьшить погрешность от угла наклона оси рабочей напорной трубки к оси потока, необходимо повернуть и зафиксировать трубку так, чтобы показания микроманометра были максимальны.

In order to reduce the error from the angle of the axis of the working pressure pipe to the flow axis, it is necessary to rotate and fix the tube so that the indications of the manometer are at a maximum.

В общем случае φ≤5°, тогда $\frac{\sigma_{vi}}{v_i} = 0{,}02$.

In the general case of φ≤5°, then $\frac{\sigma_{vi}}{v_i} = 0{,}02$.

Относительное среднеквадратическое отклонение скорости составит:

The relative mean-square deviation of the velocity will be:

$$\frac{\sigma_{v_i}}{v_i} = \sqrt{\frac{1}{4}(0{,}001)^2+\frac{1}{4}(0{,}001)^2+\frac{1}{4}(0{,}004)^2+\frac{1}{4}(0{,}01)^2+(0{,}02)^2+(0{,}005)^2} = 0{,}011\%.$$

Проверка достоверности экспериментального определения полного давления

Validation of the experimental determination of the total pressure

Аэродинамические параметры (скорости, давления) непрерывно меняются за счет формирования в циклонных аппаратах сложных

Aerodynamic parameters (velocity, pressure) are constantly changing due to the formation of

потоков. Для расчета объема воздушного потока используется формула (4):

$$Q = V \cdot 0{,}785 \cdot 3600 \cdot D^2 \qquad (4)$$

где V — скорость воздушного потока в (м/с); Q — объем воздушного потока, проходящего через циклон в зависимости от режима работы вентилятора (м/ч);

Задача измерения состоит не только в нахождении самой величины, но и в определении погрешности измерения, т.е. интервала, в котором вероятнее всего находится истинное значение измеряемой величины.

1.Для измерения заданного физического параметра эксперимент проводится n раз в одинаковых условиях, результаты заносятся в таблицу.

2.Если в результате измерений появляются значения, которые резко отличаются от остальных измерений, то такие значения как промахи отбрасываются (если после проверки не подтверждаются).

3.При проведении одинаковых измерений вычисляется среднее арифметическое $\bar{x}$.

4.Вычисляются квадраты абсолютных погрешностей отдельных измерений $(\Delta x_i)^2$.

5.Определяется средняя квадратичная ошибка среднего арифметического.

6.Необходимо задать значение доверительной вероятности α. В лабораториях практикума α=0,95.

7.Находится коэффициент Стьюдента $t_{\alpha,n}$ для заданной доверительной вероятности α и числа произведенных измерений.

8.Записывается доверительный интервал.

Построим дискретный вариационный ряд.

–37	–36	–34	–34	–34	–34	–34
	–34	–34	–33	–33	–33	–33
	–33	–32	–32	–32	–32	–32
	–32	–32	–32	–31	–31	–31
	–31	–31	–30	–30	–29	

Проранжируем ряд. Для этого сортируем его значения по возрастанию.

complex flows in cyclonic devices. To calculate the air flow volume formula (4) is used:

$$Q = V \cdot 0{,}785 \cdot 3600 \cdot D^2, \qquad (4)$$

where V — air velocity in (m/s); Q is the amount of air flow passing through the cyclone depending on the operating mode of the fan (m/h);

The measurement task consists not only in finding the value, but also in determining the measurement uncertainty, i.e. the interval in which the true value of the measurand is most likely.

1. For measuring a predetermined physical parameter, the experiment is performed n times under the same conditions and the results are recorded in the table.

2. If as a result of the measurement appear values, which are very different from other measurements, these values are discarded as failures (if they are not confirmed).

3. When conducting the same measurements, the arithmetic mean is calculated $\bar{x}$.

4. The squares of the absolute errors of the individual measurements $(\Delta x_i)^2$.are calculated.

5. The average quadratic error of the arithmetic mean is calculated.

6. It is important to specify a value for confidence probability α. In the laboratories of the workshop, α=0.95.

7. Student coefficient $t_{\alpha,n}$ for a given confidence probability α and the number of the measurements is calculated.

8. Confidence interval is written.

Let us build a discrete variational series.

–37	–36	–34	–34	–34	–34	–34
	–34	–34	–33	–33	–33	–33
	–33	–32	–32	–32	–32	–32
	–32	–32	–32	–31	–31	–31
	–31	–31	–30	–30	–29	

Let us range the series row. To do this, we sort its values in an ascending order.

Таблица 2
Table 2

Расчет показателей
The calculation of the indicators

x	$\|x - x_{ср}\|$	$(x-x_{ср})^2$
–37	4,47	19,95
–36	3,47	12,02
–34	1,47	2,15
–34	1,47	2,15
–34	1,47	2,15
….	……	……
–976	41,07	87,47

Для того чтобы оценить ряд распределения найдем следующие показатели:

Показатели центра распределения.

Простая средняя арифметическая

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{-976}{30} = -32,53. \qquad (5)$$

Значение ряда –32,00 встречается больше всех — 8 раз. Следовательно, мода равна $x = 32$.

Абсолютные показатели вариации

Разность между максимальным и минимальным значениями признака первичного ряда называется размахом вариации и определяется по следующей формуле:

$R = x_{max} - x_{min} = -29,00 - (-37,00) = 8.$

Для того, чтобы учесть различия всех единиц исследуемой совокупности, необходимо вычислить — Среднее линейное отклонение:

$$d = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n} = \frac{41,067}{30} = 1,37. \qquad (6)$$

Расчет показал, что каждое значение ряда отличается от другого в среднем на 1,37.

Мера разброса около ее среднего значения (мера рассеивания, т.е. отклонения от среднего) характеризуется такой величиной как дисперсия, которая вычисляется по следующей формуле:

$$D = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{87,467}{30} = 2,92 \qquad (7)$$

In order to evaluate distribution series we find the following figures:

Indicators of the distribution center.

A simple arithmetic average

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{-976}{30} = -32,53. \qquad (5)$$

The value of the number -32.00 occurs more than 8 times. Therefore, the mode is equal $x = 32$.

Absolute measure of variation

The difference between the maximum and the minimum characteristic values of the primary range is called the range of variation and is defined by the following formula:

$R = x_{max} - x_{min} = -29,00 - (-37,00) = 8.$

In order to account for differences of all studied units together, it is necessary to calculate the average linear deviation:

$$d = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n} = \frac{41,067}{30} = 1,37. \qquad (6)$$

The calculation showed that each value of the series differs from another in average of 1.37.

The measure of the spread around its mean value (measure of dispersion, i.e. the deviation from the mean) is characterized by such a magnitude as dispersion, which is calculated by the following formula:

$$D = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{87,467}{30} = 2,92 \qquad (7)$$

Вычислим исправленную дисперсию:

$$S^2 = \frac{\Sigma\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1} = \frac{87,467}{29} = 3,02 \quad (8)$$

Среднее квадратичное отклонение.

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{2,92} = 1,71. \quad (9)$$

Из полученных вычислений видно, что каждое значение ряда отличается от среднего значения –32,53 в среднем на 1,71.

Оценка среднеквадратичного отклонения.

$$s = \sqrt{S^2} = \sqrt{3,02} = 1,74. \quad (10)$$

Относительные показателям вариации — это коэффициент осцилляции, линейный коэффициент вариации, относительное линейное отклонение.

Мера относительного разброса значений совокупности показывающая, какую долю среднего значения этой величины составляет ее средний разброс, называется коэффициентом вариации. Данный коэффициент вычисляется по следующей формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1,71}{-32,53}100\% = 5,25\%. \quad (11)$$

Так как полученное значение коэффициента v ≤ 30%, то совокупность однородна, а вариация слабая. Полученным результатам можно доверять. Доля усредненного значения признака абсолютных отклонений от средней величины характеризуется линейным коэффициентом вариации или относительным линейным отклонением:

$$K_d = \frac{d}{\bar{x}} = \frac{1,37}{-32,53}100\% = -4,21\%. \quad (12)$$

Относительная колеблемость крайних значений признака вокруг средней выражается коэффициентом осцилляции:

$$K_r = \frac{R}{\bar{x}} = \frac{8}{-32,53}100\% = -24,59\%. \quad (13)$$

Интервальное оценивание центра генеральной совокупности.

Определение доверительного интервал для генерального среднего осуществляется по следующей формуле:

$$\left(\bar{x} - t_{kp}\frac{s}{\sqrt{n}};\ \bar{x} + t_{kp}\frac{s}{\sqrt{n}}\right), \quad (14)$$

где t_{kp} значение по таблице распределения Стьюдента.

По таблице Стьюдента находим:

Let us calculate the corrected variance:

$$S^2 = \frac{\Sigma\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1} = \frac{87,467}{29} = 3,02 \quad (8)$$

Mean-square deviation.

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{2,92} = 1,71. \quad (9)$$

The resulting calculation shows that each series value differs from the average -32,53, 1.71 in average.

Evaluation of the standard deviation.

$$s = \sqrt{S^2} = \sqrt{3,02} = 1,74. \quad (10)$$

Relative indices of variation is the coefficient of oscillation, the linear variation coefficient, relative linear deviation.

A measure of the relative dispersion of the values together showing what proportion of the average value of this quantity is its average dispersion and is called coefficient of variation. This ratio is calculated by the following formula:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1,71}{-32,53}100\% = 5,25\%. \quad (11)$$

Since the obtained value of the coefficient v ≤ 30%, then the set is homogeneous, and the variation is slight. The obtained results can be trusted. The share of the average characteristic value of the absolute deviations from the mean is characterized by the linear coefficient of variation or relative linear deviation:

$$K_d = \frac{d}{\bar{x}} = \frac{1,37}{-32,53}100\% = -4,21\%. \quad (12)$$

The relative variability of extreme values around the mean is expressed as a coefficient of oscillations:

$$K_r = \frac{R}{\bar{x}} = \frac{8}{-32,53}100\% = -24,59\%. \quad (13)$$

Interval estimation of the center of the main entity.

Determination of confidence interval for the average is carried out according to the following formula:

$$\left(\bar{x} - t_{kp}\frac{s}{\sqrt{n}};\ \bar{x} + t_{kp}\frac{s}{\sqrt{n}}\right), \quad (14)$$

where t_{kp} is the value from table of Student's distribution.

With the use of Student table we find:

$T_{табл}(n-1;\alpha/2) = T_{табл}(29;0,025) = 2,045.$

Для определения стандартной ошибки выборки для среднего используется следующая формула:

$$s_c = \frac{s}{\sqrt{n}}\sqrt{1-\frac{d}{100}} = \frac{1,74}{\sqrt{30}}\sqrt{1-\frac{30}{100}} = 0,2653. \quad (15)$$

Полученное значение указывает, на сколько среднее выборки –32,533 отличается от среднего генеральной совокупности.

Для определения предельной ошибки выборки используется следующая формула:

$$\varepsilon = t_{kp}\, s_c = 2,045 \times 0,27 = 0,54.$$

Доверительный интервал:

(–32,53 – 0,54; –32,53 + 0,54) = (–33,08; –31,99).

Проанализировав полученные значения с вероятностью 0,95 можно утверждать, что среднее значение при выборке большего объема не выйдет за пределы найденного интервала.

Выводы

1. Идея данной работы состояла в поиске по измерительным каналам источников погрешности. Их оказалось много, они различного характера — методические, статистические, измерительные и зависят от диапазона измеряемых величин по отношению к длине шкалы выбранного измерительного средства, а также от его класса точности.

2. Расчёт погрешностей измерения расхода воздуха комбинированным приёмником давления в сочетании с дифференциальным манометром показывает, что при правильно подобранном зонде давления к прибору Testo 521 (Германия) можно снизить погрешность и она не превысит 14,04%.

3. Учитывая, что измеряемые полные давления на установке при работе циклона на разряжении на входе и выходе отличаются на порядок —100 Па и — 1000 Па, а прибор имеет встроенный зонд давлений на 10 000 Па, для недопущения возрастания погрешности с 0,2% до 20% необходимо рекомендовать правильный подбор зондов давления для выходных и входных патрубков циклонов.

4. Динамические давления рекомендуется

$T_{табл}(n-1;\alpha/2) = T_{табл}(29;0,025) = 2,045.$

To define a standard sampling error for the average we use the following formula:

The resulting value indicates how sample average -32,533 differs from the main entity.

To determine the limit of sampling error we use the following formula:

$$\varepsilon = t_{kp}\, s_c = 2,045 \times 0,27 = 0,54.$$

Confidence interval:

(–32,53 – 0,54; –32,53 + 0,54) = (–33,08; –31,99).

After analyzing the values obtained with a probability of 0.95 it can be argued that the average value in the sample of a larger volume will not go beyond the found interval.

Conclusion

1. The idea of this work was to search for the measuring channels of the sources of error. They turned out to be numerous, they are of different nature — methodological, statistical, measurement and depend on the range of measured values relative to the length scale of the selected measuring tools, as well as its accuracy class.

2. Calculation of errors in measurement of air flow by a combined pressure receiver together with differential pressure gauge shows that with correctly selected pressure probe to the instrument Testo 521 (Germany) it is possible to reduce the error and it will not exceed to 14.04%.

3. Given that the measured total pressure on the facility during the operation of cyclone into the vacuum on the inlet and outlet are different on f - 100 PA and 1000 PA, and the device has a built-in probe pressure of 10 000 PA, to prevent the increase of error from 0.2% to 20% it is needed to recommend the correct selection of pressure sensors for outlet and inlet pipes of the cyclones.

4. Dynamic pressure is recommended to be measured by the probe 100 PA or 250 PA, and

измерять зондами на 100 Па или 250 Па, а полные давления на выходе установки зондом на 100гПа. Приборная линейка фирмы Testo (Германия) вполне позволяет это сделать.

Библиографический список

1. B.Ch. Meskhi et al., Cyclone with Controlled Parameters and Self-Emptying Bin for Air Dedusting in Machine Building Plants 2014, Applied Mechanics and Materials, 682, 46–52.

2. Пылеулавливатель: патент 2506880 A47L 9/16/ Б. Ч. Месхи, А. Н. Михайлов, Ю. И. Булыгин, Л. Н. Алексеенко, О. В. Денисов, О. С. Панченко. — № 2012155164/12; заявл. 18.12.12; опубл. 20.02.14, Бюл. № 5. — 7с.

3. Установка для пылеулавливания: патент 2557741 A47L 9/16/ Б. Ч. Месхи, Ю. И. Булыгин, А. Н. Легконогих, Л. Н. Алексеенко, Д. А. Корончик, О. В. Денисов, А. А. Абузяров. — № 2014136881/12; заявл. 11.09.14; опубл. 27.07.15, Бюл. № 21. — 4с.

4. ГОСТ 12.3.018–79. Система стандартов безопасности труда, системы вентиляционные, методы аэродинамических испытаний. / Государственный комитет СССР по стандартам. — Москва: Издательство стандартов, 1979 — 9с.

5. ГОСТ 17.2.4.06–90. Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения. / Государственный комитет СССР по стандартам. — Москва: Издательство стандартов, 1991 — 9с.

6. Булыгин, Ю. И. Экспериментальные установки для исследования влияния формы и

total pressure at the outlet – by the probe 100гПа. The instrument range of the company Testo (Germany) allows it to be done.

References

1. Meskhi, B.Ch. et al. Cyclone with Controlled Parameters and Self-Emptying Bin for Air Dedusting in Machine Building Plants, 2014, Applied Mechanics and Materials, 682, pp.46-52.

2. Meskhi, B.Ch., Mikhailov, A.N., Bulygin, Y.I., Alekseenko, L.N., Denisov, O.V., Panchenko, O.S. Pyleulavitel', patent: 2506880 A47L 9/16/ No 2012155164/12. [Dust collector, patent RF 2506880 A47L 9/16/ No 2012155164/12.] 7 p. (in Russian)

3. Meskhi, B.Ch., Bulygin, I.Y., Legkonogikh, A.N., Alekseenko, L.N., Koronchik, D.A., Denisov, O.V., Abuzyarov, A.A. Ustanovka dlya pyleulavlevaniya [Installation for dust collection: patent 2557741 A47L 9/16/ No 2014136881/12.] 4p. (in Russian).

4. GOST 12.3.018–79. Sistema standartov bezopasnosti truda, sistemy ventilyatsionnye, metody aerodinamicheskikh ispytaniy. Gosudarstvenny komitet SSSR po standartam. [GOST 12.3.018–79. The system of occupational safety standards, ventilation, methods of aerodynamic testing. State Committee of USSR on standards.] Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1979, 9p. (in Russian).

5. GOST 17.2.4.06–90. Okhrana prirody (SSOP). Atmosfera. Metody opredeleniya skorosti i raskhoda gazopylevykh potokov, otkhodyashchikh ot statsionarnykh istochnikov zagryazneniya. Gosudarstvenny komitet SSSR po standartam. [GOST 17.2.4.06–90. Nature conservation. Atmosphere. Methods for determining the speed and flow of gas and dust flows going away from stationary pollution sources. State Committee of USSR on standards.] Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1991, 9p. (in Russian).

6. Bulygin, Y.I., Vardayan, M.V, Kuptsova, I.S., Azimova N.N. Eksperimental'nye ustanovki dlya issledovaniya vliyaniya formy i geometrii konstruktsii tsentrobezhnykh pyleuloviteley nanikh aerodinamicheskie kharakteristiki i effektivnost' pyleulavlivaniya. [Experimental facility to study

геометрии конструкции центробежных пылеуловителей на их аэродинамические характеристики и эффективность пылеулавливания/ Ю. И. Булыгин, М. В. Варданян, И. С. Купцова, Н. Н. Азимова // Новые направления модернизации педагогического образования в формировании здорового образа жизни и безопасности жизнедеятельности: сб. тр. V Регион. науч.-практ. конф. — Краснодар, 2017. — 200 с.

7. Трубки напорные модификации НИОГАЗ и ПИТО: Руководство по эксплуатации/ Российский центр испытаний и сертификации. Москва — 2001. — 11с.

8. Инструкция по эксплуатации Testo 521/526. Москва. — Российское отделение Testo-AG — ООО — Тесто Рус, 2016. — 8с.

9. Руководство по эксплуатации ДМЦ-01М 5.910.000 РЭ. Москва. — 2006, ООО НПО «ЭКО-ИНТЕХ». — 17 с.

10. Азимова, Н. Н. Сравнительный анализ аэродинамических характеристик центробежных пылеуловителей при проведении параллельных сравнительных испытаний / Н. Н. Азимова, Ю. И. Булыгин, И. С. Купцова // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. — 2017. — Т. 17, № 3. — С. 156–165.

11. Ветошкин, А. Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов: Учебное пособие. / А. Г. Ветошкин. — Москва : Инфра-Инженерия, 2016. — 416с.

Поступила в редакцию 15.09.2017
Сдана в редакцию 16.09.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

the effect of shape and geometry of the structure of the centrifugal dust collectors on their aerodynamic characteristics and the efficiency of dust collection.] Novye napravleniya modernizatsii pedagogicheskogo obrazovaniya v formirovanii zdorovogo obraza zhizni i bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: sb. tr. V region. nauch.-prakt. konf. [New direction of modernization of pedagogical education in the formation of healthy lifestyle and safety: coll. of works. of 5-th region. scientific.-pract. conf.] Krasnodar, 2017, 200 p. (in Russian).

7. Trubki napornye modifikatsii NIOGAZ i PITO: Rukovodstvonpo ekspluatatsii. Rossiyskiy tsentr ispytaniy i sertifikatsii. [Pressure tubes modification NIOGAS and PITO: Manual. Russian centre of tests and certification.] Moscow, 2001. 11p. (in Russian).

8. Instruktsiya po ekpluatatsii Testo 521/526. Moskva. Rossiyskoe otdelenie Testo-AG, Testo Rus. [Instruction manual Testo 521/526. Moscow. Russian subsidiary of Testo AG , Testo Rus.] 2016, 8p. (in Russian).

9. Rukovodstvonpo ekpluatatsii DMTS-01M 5.910.000 RE. [User manual for DMTS-01M 5.910.000 RE.] Moscow, 2006, NPO "ECO-INTECH", 17 p. (in Russian)

10. Asimova, N.N., Bulygin, Y.I., Kuptsova, I.S. Sravnitel'ny analiz aerodinamicheskikh kharakteristik pyleuloviteley pri provedenii parallel'nykh sravnitel'nykh ispytaniy. [Comparative analysis of aerodynamic characteristics of centrifugal dust collectors at parallel comparative tests.] Vestnik of DSTU, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 156-165 (in Russian).

11. Vetoshkin, A.G. Inzhenernaya zashchita okruzhayushchey sredy ot vrednykh vybrosov: uchebnoe posobie. [Engineering protection of environment from harmful emissions: study guide.] Moscow, Infra-Inzheneriya, 2016, 416p. (in Russian).

Received 15.09.2017
Submitted 16.09.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Булыгин Юрий Игоревич,
профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1), доктор технических наук, профессор
bulyur_rostov@mail.ru

Азимова Наталья Николаевна,
старший преподаватель кафедры «Прикладная математика» Донского государственного технического университета,
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
arkomaazimov@mail.ru

Купцова Ирина Сергеевна,
аспирантка кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета,
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
i-kyptsova@mail.ru

Bulygin Yuriy Igorevich,
Professor of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
Doctor of tekhn. Sciences, Professor.
bulyur_rostov@mail.ru

Azimova Natalya Nikolaevna,
Senior lecturer of Department "Applied mathematics"Don State Technical University,
(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
arkomaazimov@mail.ru

Kuptsova Irina Sergeevna,
Graduate student of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University,(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
i-kyptsova@mail.ru

УДК 504.5:656. 504.5
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-138-143

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ г. РОСТОВА-НА-ДОНУ

А. С. Глхатян, В. В Талалаев

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
liparit.badalyan@yandex.ru

Выполнен анализ основных факторов негативного воздействия дорожной транспортной сети на экосистему города. Авторами предложена программа мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ транспортным потоком, заключающаяся в оптимизации экологических характеристик парка пассажирского транспорта г. Ростова-на-Дону, и представлена оценка ее эколого-экономической эффективности.

Ключевые слова: окружающая среда, выбросы автотранспорта, техногенное воздействие на экосистему, загрязняющие вещества, эколого-экономическая оценка, программа мероприятий, экономическая эффективность

Введение. Дорожная транспортная сеть (ДТС) является одним из основных образующих элементов транспортной, инженерной и социальной инфраструктуры города. В современном городе с населением свыше 1 млн человек основным фактором техногенной опасности является воздействие автотранспортных средств (АТС) на окружающую среду (ОС). Ежегодные исследования показывают, что в Ростове-на-Дону, как и в других городах России с населением более 1 млн человек, выбросы передвижных источников составляют 90% и более от суммарной эмиссии вредных, токсичных и канцерогенных веществ в атмосферный воздух [1].

UDC 504.5:656. 504.5
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-138-143

COMPLEX SAFETY ANALYSIS OF OPTIMIZATION MEASURES OF ECOLOGICAL INDICES OF ROSTOV-ON-DON ROAD TRANSPORT NETWORK

A. S. Glhatyan, V. V. Talalaev

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation
liparit.badalyan@yandex.ru

The article provides the analysis of the main factors of negative impact of road transport network on the city's ecosystem. The authors propose a plan of actions to reduce traffic flow pollutant emissions, which consists in the optimization of the environmental performance of passenger transport park of Rostov-on-Don, and the assessment of its environmental and economic efficiency.

Keywords: environment, motor vehicle emissions, technogenic impact on ecosystem, polluting substances, ecological-economic assessment, plan of actions, economic efficiency.

Introduction. Traffic network (TN) is one of the major forming elements of transport, engineering and social infrastructure of a city. In a modern city with a population of over 1 million people the main factor of technological risk is the impact of motor vehicles (MV) on the environment (E). Annual studies show that in Rostov-on-Don, as in other cities of Russia with population of over 1 million people, emissions from mobile sources are 90% or more of total emission of harmful, toxic and carcinogenic substances in atmospheric air [1].

Анализ экологических показателей различных видов топлива. Анализ [2] показывает, что более 80% загрязняющих веществ (ЗВ) в отработанных газах (ОГ) автомобилей приходится на выбросы бензиновых двигателей. Дизельное топливо при сжигании в двигателе внутреннего сгорания (ДВС), даже с учетом присадок в виде металлоорганических химических соединений или на бариевой основе, является значительно меньшим источником токсичных выбросов, чем бензиновое. Но на практике низкое его качество, сезонное несоответствие марок и нестабильность регулировочных характеристик топливной аппаратуры АТС, работающих на дизельном топливе, приводят к завышенным выбросам вредных веществ с ОГ. Газовое топливо обладает высокими экологическими показателями (значительно снижается выброс оксида углерода, неметановых углеводородов, оксидов азота и твердых частиц). Поэтому, помимо экономических факторов, перевод ДВС на этот вид топлива диктуется необходимостью уменьшения загрязнения воздуха, в особенности в крупных городах с большим парком автомобилей [3, 4].

Основные факторы негативного воздействия ДТС на экосистему. В условиях постоянного увеличения автомобильного парка и несоответствия городской дорожной сети современным требованиям автотранспорт становится одной из основных причин увеличения техногенной нагрузки на ОС. Техногенное воздействие ДТС на экосистему города носит комплексный характер. К основным видам воздействия автотранспорта на природную среду следует отнести нарушение естественной целостности экосистем и территорий (изменение ландшафтов, почв, гидрологического режима территорий, уничтожение биоты и др.), загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы. Увеличение числа эксплуатируемых АТС на территории, искусственно занижаемая пропускная способность центральных улиц (в частности, припаркованными автомобилями), и,

The ecological indices analysis of different fuels. The analysis [2] shows that more than 80% of polluting substances (PS) in the exhaust gases (EG) are gasoline engines emissions. Diesel fuel combustion in the internal combustion engine (ICE), even with the additives in the form of metalloorganic chemical compounds or barium-based compounds, is a much smaller source of toxic emissions than gasoline. But in practice, low quality, seasonal mismatch of brands and instability of regulating characteristics of MV fuel equipment, that operate on diesel fuel, lead to high emissions of harmful substances with EG. Gas fuel has a high environmental performance (significantly reduced emissions of carbon monoxide, non-methane hydrocarbons, nitrogen oxides and particulates). Therefore, in addition to economic factors, operation of engine on this type of fuel is dictated by the need to reduce air pollution, especially in large cities with a large car park [3, 4].

The main factors of TN negative impact on ecosystem. In the context of ever-increasing car park and discrepancy between urban road network and modern requirements, vehicles are one of the main reasons for technogenic load increase on E. The impact of TN on the city's ecosystem is complex. The main types of impact of transport on the environment include disruption of the natural integrity of ecosystems and territories (change of landscapes, soils, hydrological regime of the territories, destruction of biota, etc.), pollution of the atmosphere, hydrosphere and lithosphere. The increase in number of operated MV on site, artificially lowered capacity of main streets (in particular, by parked cars), and as a result, a lot

как следствие, многочисленные дорожные заторы на улично-дорожной сети города способствуют снижению интенсивности движения, затрудняют эксплуатацию общественного транспорта [2]. Наиболее интенсивное негативное воздействие ДТС оказывает на атмосферу [1]. В числе основных факторов загрязнения окружающей природной среды следует отметить: ЗВ, содержащиеся в выбросах ОГ автомобилей (оксиды азота, оксид и диоксид углерода — CO и CO_2, диоксид серы, углеводороды, сажа — C, топливная зола, бензапирен — $C_{20}H_{12}$ и другие); пыль (продукт истирания дорожного полотна, пневмошин и тормозных колодок; дефляции перевозимых грузов); физические поля (акустическое, инфразвуковое и электромагнитное). Характер и интенсивность влияния перечисленных факторов зависят от интенсивности, скорости движения и состава транспортного потока, числа полос движения и пр.

Разработка программы мероприятий по снижению выбросов ЗВ транспортным потоком. Анализ возможных инструментов улучшения качества атмосферного воздуха вблизи автомагистралей показал, что для достижения максимальной эффективности городской природоохранной политики необходимо применение комплекса административных, экономических, технических и планировочно-градостроительных мероприятий по снижению выбросов ЗВ.

Авторами проведена эколого-экономическая оценка программы мероприятий по снижению выбросов ЗВ транспортным потоком, заключающейся в оптимизации экологических характеристик парка пассажирского транспорта г. Ростова-на-Дону. Были рассмотрены три варианта средозащитных действий: М1 — перевод 50% автобусов с дизельными двигателями и 100% микроавтобусов на газовое топливо; М2 — замена 50% автобусов с дизельными двигателями троллейбусами; М3 — комплексное внедрение вариантов М1 и М2. Оценка эффективности природоохранных

of traffic jams on the road network of the city contribute to the reduction of traffic, cause trouble to operation of public transport [2]. The most intense negative impact of TN is on the atmosphere [1]. Among the main factors of environmental pollution are: PS in the exhaust gas emissions (nitrogen oxides, carbon monoxide and carbon dioxide CO and CO_2, sulphur dioxide, hydrocarbons, soot, fuel ash, benzopyrene — $C_{20}H_{12}$ and others); dust (the product of roadway abrasion, pneumatic tires and brake pads; deflation of transported goods); physical fields (acoustic, infrasound, and electromagnetic). The nature and intensity of influence of these factors depend on the intensity, speed and composition of traffic, number of lanes, etc.

The development of a plan of actions to reduce PS emissions by traffic stream. The analysis of possible measures to improve air quality near highways has shown that to achieve maximum performance of urban environmental policy it is required to use a complex of administrative, economic, technical and planning-urban measures to reduce PS emissions.

The authors have conducted an ecological-economic evaluation of the plan of actions to reduce PS emissions by traffic stream, which consists in the optimization of the ecological indices of passenger transport park of Rostov-on-Don. Three options of environmental actions have been considered: M1 — the transfer of 50% of buses with diesel engines and 100% of vans to gas fuel; M2 — the replacement of 50% of buses with diesel engines by trolleybuses; M3 —comprehensive implementation of M1 and M2. The evaluation of the effectiveness of environmental activities has been conducted by two parameters: mass flow of PS,

мероприятий проводилась по двум показателям: массовый расход ЗВ, условно в кг/с (по методу [5]), и экономический ущерб ОС, млн рублей/год (с использованием методики [6]). Рассчитывалась эмиссия CO, C, $C_{20}H_{12}$. Анализ эффективности программы снижения техногенной нагрузки на экосистему города показал, что при внедрении варианта М1 значительно снизились выбросы ЗВ микроавтобусами (на 46,2%) [7]. Изменение массового расхода токсикантов автобусами оказалось незначительным (0,02% при условии, что автобусы с газовыми двигателями работают при той же относительной мощности, что и дизельные). В целом произошло уменьшение выбросов вредных веществ примерно на 9%. Экономическая эффективность мероприятия составила 594,05 млн рублей/год. При внедрении варианта М2 эмиссия ЗВ автобусами снижается на 5,4% при общем уменьшении выбросов транспортного потока на 0,7%. Экономический ущерб экосистеме при этом снижается на 45,31 млн рублей/год. При внедрении варианта М3 выбросы вредных веществ транспортным потоком сокращаются на 9,7% при снижении экономического ущерба ОС на 639,36 млн рублей/год.

Заключение. Наиболее эффективным вариантом защиты ОС от негативного воздействия ОГ автотранспорта является комплексное внедрение мероприятий М1 и М2: перевод 50% автобусов с дизельными двигателями на газовое топливо, замена 50% дизельных автобусов троллейбусами и перевод 100% микроавтобусов в транспортном потоке на газовое топливо. Теоретическая и практическая значимость настоящей работы заключается в совершенствовании оценки негативного воздействия на ОС и аппарата принятия решений при определении приоритетных направлений снижения антропогенного воздействия на экосистему города. Результаты исследования могут быть использованы для снижения экономического ущерба от выбросов автотранспорта.

conventionally, in kg/s (according to the method [5]), and economic damage to E, million rubles/year (using the methods [6]). Emission of CO, C, $C_{20}H_{12}$ has been calculated. The analysis of the effectiveness of the program to reduce the anthropogenic load on the ecosystem of the city has showed that the introduction of M1 decrease significantly PS emissions by vehicles (by 46.2%) [7]. The change in the mass flow of toxicants by bus turns out to be insignificant (0.02 percent, provided that the buses with gas engines operate at the same relative power as diesel). Overall, there is a reduction of harmful emissions by about 9%. The economic efficiency of the measures amounts to 594.05 million rubles/year. With the introduction of M2, PS emissions by buses were reduced by 5.4% with a total emission reduction of traffic flow by 0.7%. Economic damage to the ecosystem is thus reduced by 45.31 million rubles/year. The introduction of variant M3 reduce emissions by traffic flow by 9.7% while reducing economic damages to E by 639.36 million rubles/year.

Conclusion. The most effective way to protect the environment from the negative impact of PS vehicles is a comprehensive implementation of measures M1 and M2: transfer of 50% of buses with diesel engines to gas fuel, replacment of 50% of diesel buses by trolleybuses and the transfer of 100% of minibuses in transport flow to gas fuel. Theoretical and practical significance of this work is to improve the assessment of negative impact on the environment and the decision-making body in determining priority areas of human impact reduction on the ecosystem of the city. The results of the study can be used to reduce economic damages from vehicles emissions.

Библиографический список

1. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2014 году» / под ред. В. Н. Василенко, Г. А. Урбана и др. — Ростов-на-Дону: Мин. Природ. ресурсов и экологии Ростовской области, 2015 г. — 385 с.

2. Бадалян, Л. Х. Оптимизация характеристик транспортного потока на городской дорожной сети по минимальному экономическому ущербу экосистеме / Л. Х. Бадалян // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 8. — С. 24 – 29.

3. Бадалян, Л. Х. Методы снижения выбросов загрязняющих веществ передвижными источниками / Л. Х. Бадалян, В. Н. Курдюков, А. М. Алейникова // Техносферная безопасность. Надежность. Качество. Ресурсосбережение: мат-лы 14-й Междунар. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону: РГСУ, 2012. — Том 1. — С. 83–91.

4. Гапонов, В. Л. Современные методы снижения вредных выбросов с отработавшими газами автотранспорта [электронный ресурс] / В. Л. Гапонов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. — 2008. — Вып. 6. — Режим доступа: http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-6/08-06-08.ttb.pdf (дата обращения 25.05.2017).

5. Бадалян, Л. Х. Математическая модель загрязнения воздушной среды автотранспортными средствами / Л. Х. Бадалян // Автомобильная промышленность. — 2009. — № 11. — С. 14–16.

6. Бадалян, Л. Х. Современные представления об экономической оценке возмещения ущерба экологической системе / Л. Х. Бадалян, В. Н. Курдюков, Х. Д. Газгиреев // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и

References

1. Ekologicheskiy vestnik Dona “O sostoyanii okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov v Rostovskoy oblasti v 2014 godu” pod red. Vasilenko V.N., Urbana G.A. i dr. [Ecological Bulletin of the Don "On the state of the environment and natural resources of the Rostov region in 2014" ed. by Vasilenko, V.N. Urban, G.A., etc.] Rostov-on-Don, Min. of natural resources and environment of the Rostov region, 2015, 385 p. (in Russian).

2. Badalyan, L.H. Optimizatsiya kharakteristik transportnogo potoka na gorodskoy dorozhnoy seti po minimal’nomu ekonomicheskomu ushcherbu ekosisteme. [Optimization of the characteristics of traffic flow on the urban road system with minimal economic damage to the ecosystem.] Bezopasnost’ zhiznedeyatel’nosti, 2011, no. 8, pp. 24 – 29 (in Russian).

3. Badalyan, L.H., Kurdyukov, V.N., Aleynikova, A.M. Metody snizheniya vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv peredvizhnymi istochnikami. [Methods for reducing mobile sources emissions of pollutants.] Tekhnosfernaya bezopasnost’. Nadezhnost’. Kachestvo. Resursosberezhenie: mat-ly 14-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Technosphere safety. Reliability. Quality. Resource saving: mat. of the -14-th Intern. sci.-pract. conf.] Rostov-on-Don, RGSU, 2012, vol. 1, pp. 83-91 (in Russian).

4. Gaponov, V.L. et al. Sovremennye metody snizheniya vrednykh vybrosov s otrabotavshimi gazami avtotransporta. [Modern methods for reducing motor transport harmful emissions with exhaust gases.] Tekhnologii tekhnosfernoy bezopasnosti, 2008, vol. 6. Available at: http://agps-2006.narod.ru/ttb/2008-6/08-06-08.ttb.pdf (in Russian).

5. Badalyan, L.H. Matematicheskaya model’ zagryazneniya vozdushnoy sredy avtotransportnymi sredstvami. [Mathematical model of motor vehicles air pollution.] Avtomobil’naya promyshlennost’, 2009, no. 11, pp. 14-16 (in Russian).

6. Badalyan, L.H., Kurdyukov, V.N., Gazgireev, H.D. Sovremennye predstavleniya ob ekonomicheskoy otsenke vozmeshcheniya ushcherba ekologicheskoy sisteme. [Current views on economic assessment of damages to ecological system.] Bezopasnost’ zhiznedeyatel’nosti. Okhrana truda i

окружающей среды: межвуз. сб. науч. тр. — Вып. 10. — Ростов-на-Дону: РГАСХМ, 2006. — С. 10–12.

7. Курдюков, В. Н. Оценка экономической эффективности систем инструментов экологической политики и природоохранной деятельности / В. Н. Курдюков, Л. Х. Бадалян, А. М. Алейникова // Вестник Донского гос. техн. ун-та. — 2012. — № 3 (64). — С. 87–93.

okruzhayushchey sredy: mezhvuz. sb. nauch. tr., vyp. 10 [Life safety. Health and environment: interuni. coll. of sci. works, vol. 10.] Rostov-on-Don: RGASHM, 2006, pp. 10-12 (in Russian).

7. Kurdyukov, V.N., Badalyan, L.H., Aleynikova, A.M. Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti system instrumentov ekologicheskoy politiki i prirodookhrannoy deyatel'nosti. [Evaluation of economic efficiency of environmental policy instruments and environmental protection.] Vestnik of DSTU, 2012, no. 3 (64), pp. 87-93 (in Russian).

Поступила в редакцию 05.09.2017
Сдана в редакцию 06.09.2017
Запланирована в номер 30.09.2017

Received 05.09.2017
Submitted 06.09.2017
Scheduled in the issue 30.09.2017

Глхатян Андрей Санвелович,
студент группы МТБ 21 Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
liparit.badalyan@yandex.ru

Талалаев Владислав Васильевич,
студент группы МТБ 11 Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
liparit.badalyan@yandex.ru

Glhatyan Andrey Sanvelovich,
a student MTB21 group, Don State Technical University,
(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
liparit.badalyan@yandex.ru

Talalaev Vladislav Vasilevich,
a student MTB11 group, Don State Technical University,
(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
liparit.badalyan@yandex.ru